

## Beschreibung

Verfahren und Ermittlungseinrichtung zum Ermitteln eines Verbindungspfads in einem Kommunikationsnetz

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln eines Verbindungspfads in einem Kommunikationsnetz sowie eine entsprechende Vermittlungseinrichtung zum Einsatz in Kommunikationsnetzen, insbesondere in Kommunikationsnetzen mit hierarchisch kompletter Verbindungspfadermittlung.

10

Bekannterweise bestehen Kommunikationsnetze aus einer Vielzahl von Netz- oder Vermittlungsknoten, die gemäß einer bestimmten Netztopologie miteinander verbunden sind. An einige dieser Netz-knoten können Teilnehmer-Endgeräte als benutzerspezifische Anschlußeinheiten eines Kommunikationsnetzes angeschlossen sein, während andere dieser Netz-knoten lediglich als Transferknoten, d.h. zur Weiterleitung von Kommunikationsinformationen dienen.

20

Fig. 3a zeigt beispielhaft den Aufbau einer binärartigen Kommunikationsnetzstruktur. Gemäß Fig. 3a umfaßt das beispielhaft dargestellte Kommunikationsnetz insgesamt zehn Netz-knoten  $K_1 - K_{10}$ . An die Netz-knoten  $K_1 - K_4$  sind jeweils mehrere Teilnehmer-Endgeräte  $EG_{11} - EG_{43}$  angeschlossen. Diese Netz-knoten  $K_1 - K_4$  bilden die unterste Hierarchiestufe des in Fig. 3a gezeigten Kommunikationsnetzes und werden als lokale Netz-knoten bezeichnet. Die lokalen Netz-knoten  $K_1 - K_4$  sind über die weiteren Netz-knoten  $K_5 - K_{10}$  mittels entsprechender Verbindungspfade miteinander verbunden. An die Netz-knoten  $K_5 - K_{10}$  sind gemäß dem in Fig. 3a dargestellten Beispiel keine Teilnehmer-Endgeräte angeschlossen, so daß diese Netz-knoten lediglich als Transfer- oder Vermittlungsknoten dienen. Die Netz-knoten  $K_5 - K_7$  entsprechen regionalen Netz-knoten und dienen zur Verbindung der lokalen Netz-knoten  $K_1$  und  $K_2$ ,  $K_2$  und  $K_3$  bzw.  $K_3$  und  $K_4$ . Die Netz-knoten  $K_8$  und  $K_9$  dienen entsprechend zur Verbindung der re-

30

35

gionalen Netzknoten  $K_5$  und  $K_6$  bzw.  $K_6$  und  $K_7$  und werden als überregionale Netzknoten bezeichnet. Die oberste Hierarchiestufe des in Fig. 3a gezeigten Kommunikationssystems bildet schließlich die Knotenzentrale  $K_{10}$ , welche die überregionalen Netzknoten  $K_8$  und  $K_9$  miteinander verbindet. Wird beispielsweise von dem Teilnehmer-Endgerät  $EG_{12}$  der Teilnehmer  $EG_{42}$  angerufen, muß ausgehend von dem lokalen Netzknoten  $K_1$  zu dem lokalen Ziel-Netzknoten  $K_4$  des angerufenen Teilnehmers ein Verbindungspfad bzw. Verbindungsweg über das Kommunikationsnetz aufgebaut werden. Dabei gibt es gemäß dem in Fig. 3a gezeigten Kommunikationsnetz mehrere Verbindungsmöglichkeiten. Eine Verbindung könnte beispielsweise über die Netzknoten  $K_1 - K_5 - K_8 - K_{10} - K_9 - K_7 - K_4$  führen. Eine weitere Verbindungsmöglichkeit wäre der Verbindungspfad über die  $K_1 - K_5 - K_2 - K_6 - K_3 - K_7 - K_4$  usw.. Die einzelnen Netzknoten  $K_1 - K_{10}$  sind durch Vermittlungseinrichtungen gebildet, deren Aufgabe es unter anderem ist, den geeigneten Verbindungspfad von einem anrufenden Endgerät zu einem angerufenen Endgerät zu ermitteln und die entsprechende Verbindung aufzubauen.

20

Während Fig. 3a eine baumartige Kommunikationsnetzstruktur darstellt, zeigt Fig. 3b eine würfelartige Kommunikationsnetzstruktur, wobei insbesondere jeweils drei Netzknoten  $K_1 - K_3$  eine Netzknotengruppe bilden, die über entsprechende Verbindungsleitungen mit einer benachbarten Netzknotengruppe, die ebenfalls aus drei Netzknoten besteht, verbunden ist. An jeden der in Fig. 3b dargestellten Netzknoten können wahlweise Endgeräte angeschlossen sein oder der entsprechende Netzknoten kann lediglich als Transferknoten ohne daran angeschlossene Endgeräte dienen.

30

Aufgrund des in letzter Zeit gestiegenen Bedürfnisses nach digitalen Kommunikationsnetzen mit großen Bandbreiten und hohen Übertragungsraten hat sich zur Datenübertragung in Kommunikationsnetzen das sogenannte ATM-Übermittlungsprinzip (asynchronous transfer mode) durchgesetzt. Gemäß diesem ATM-

35

Übermittlungsprinzip werden die zu übertragenden Daten in Form von sogenannten ATM-Zellen übermittelt, die aus einem Header und einem Informationsfeld bestehen. Der Header enthält Adress- bzw. Steuerinformationen der entsprechenden ATM-Zelle, während das Informationsfeld die eigentliche Nutzinformation aufweist. Die in dem Header enthaltenen Adressinformationen werden für das Routing der Nutzinformation innerhalb des Kommunikationsnetzes verwendet. Die Datenübertragung von einem Netzknoten zu einem anderen erfolgt optisch, d.h. über Lichtwellenleiter.

In Kommunikationsnetzen mit hierarchisch kompletter Pfadermittlung ist in den einzelnen Netzknoten die Netztopologie des Kommunikationsnetzes gespeichert und somit bekannt. Damit ist jeder Netzknoten bzw. die entsprechende Vermittlungseinrichtung dieses Netzknotens beispielsweise darüber informiert, wie viele und welche andere Netzknoten in dem Kommunikationsnetz vorhanden sind, welche Verbindungsleitungen bzw. Verbindungspfade zwischen den einzelnen Netzknoten existieren und welche Übertragungseigenschaften (z.B. Übertragungskapazitäten und Übertragungszustände) die entsprechenden Verbindungspfade besitzen. Somit ist im Prinzip jeder Netzknoten in der Lage, einen hierarchisch kompletten Verbindungspfad zu einem gewünschten Zielknoten des Kommunikationsnetzes zu ermitteln. In der Regel wird der komplette Verbindungspfad von demjenigen Netzknoten festgelegt, an den das anrufende Endgerät angeschlossen ist (vgl. in Fig. 3a die Netzknoten  $K_1 - K_4$ ). Nach Erhalt der entsprechenden Verbindungsanfrage (z.B. zu dem in Fig. 3a dargestellten Endgerät  $EG_{42}$ ) ermittelt der Ausgangsknoten anhand der ihm zur Verfügung stehenden Informationen über das Kommunikationsnetz den gesamten Pfad durch das Kommunikationsnetz bis zu dem gewünschten Zielknoten. Nach Festlegung des geeigneten Verbindungspfads erzeugt der Ausgangsknoten bzw. dessen Vermittlungseinrichtung ein Informationselement, in dem die einzelnen entlang des festgelegten Verbindungspfads zu durchlaufenden Netzknoten festgelegt sind. Zusätzlich können auch

bereits die Verbindungsleitungen (Ports) in dem Informations-  
element festgelegt sein. Dieses Informationselement wird  
zusammen mit einem Zeiger (Pointer) an die einzelnen an dem  
festgelegten Verbindungspfad beteiligten Netzknoten

5 übermittelt, wobei der Zeiger jeweils auf den nächsten anzu-  
laufenden Netzknoten verweist. Wird beispielsweise eine Ver-  
bindung von dem in Fig. 3a gezeigten Endgerät  $EG_{12}$  zu dem End-  
gerät  $EG_{42}$  gewünscht und hat der Ausgangsknoten  $K_1$  für diese  
Verbindung die Route  $K_1 - K_5 - K_2 - K_6 - K_3 - K_7 - K_7 - K_4$  ausge-  
10 wählt, sind in dem entsprechenden Informationselement in Form  
eines Stack-Speichers nacheinander die einzelnen anzulaufenden  
Netzknoten  $K_5, K_2, K_6, K_3, K_7$  und  $K_4$  abgelegt, wobei zunächst  
der Zeiger des Informationselements auf den Netzknoten  $K_5$   
zeigt.

15

Um die Verbindungsaufbauzeiten relativ kurz zu halten werden  
in den einzelnen Netzknoten die Verbindungspfade zu jedem po-  
tentiellen Zielknoten des Kommunikationsnetzes im voraus er-  
mittelt und abgespeichert. Wegen der verschiedenen Qualitäts-  
20 anforderungen (z.B. Bandbreite, Verzögerung usw.) eines Ver-  
bindungswunsches bzw. einer Verbindungsanfrage und aufgrund  
der steigenden Komplexität der Kommunikationsnetze können in  
der Regel nicht alle möglichen Verbindungspfade von einem Aus-  
gangsknoten zu einem Zielknoten im voraus berechnet und abge-  
25 speichert werden. Zum einen besteht dabei die Gefahr eines  
Speicherplatzmangels, zum anderen werden in der Regel bei wei-  
tem nicht alle möglichen Alternativpfade auch tatsächlich in  
Anspruch genommen. Des weiteren erhöht sich die für einen Ver-  
bindungsaufbau benötigte Zeit, falls sämtliche mögliche Alter-  
30 nativpfade vor dem eigentlichen Verbindungsaufbau durchsucht  
werden müssen bis der schließlich geeignete Verbindungspfad  
gefunden werden konnte. Erfüllen andererseits nicht alle vor-  
ausberechneten Verbindungspfade die Anforderungen eines Ver-  
bindungswunsches (beispielsweise bezüglich der Bandbreite oder  
35 Übertragungsrate), muß erst anhand der zur Verfügung stehenden  
Netzinformationen ein geeigneter Verbindungspfad neu ermittelt

werden. Abhängig von der Komplexität des Kommunikationsnetzes kann dies ein sehr zeitintensiver Vorgang sein, wodurch der Verbindungsaufbau erheblich verzögert bzw. sogar gefährdet werden kann. Als Kompromiß werden daher in jedem Netzknoten

5 lediglich eine bestimmte Anzahl von Standard-Verbindungspfaden gespeichert. Zu diesem Zweck werden für die einzelnen Verbindungspfade zu jedem Netzknoten des Kommunikationsnetzes bezüglich der Qualitätsanforderungen des entsprechenden Verbindungswunsches Standardwerte angenommen, und es wird beispielsweise zu jedem potentiellen Zielknoten lediglich der/die jeweils kürzeste/n Verbindungspfad/e berechnet und abgespeichert. Bei einem anstehenden Verbindungswunsch werden nun alle vorausberechneten und abgespeicherten Verbindungspfade dahingehend überprüft, ob sie die Qualitätsanforderungen des anstehenden Verbindungswunsches erfüllen. Erfüllt einer der voraus-

10 berechneten Verbindungspfade die Qualitätsanforderungen, wird dieser für den Verbindungsaufbau zu dem gewünschten Zielknoten verwendet. Erfüllt jedoch keiner der vorausberechneten Verbindungspfade die entsprechenden Qualitätsanforderungen, wird anhand der gespeicherten Netztopologiedaten ein geeigneter Alternativpfad zu dem gewünschten Zielknoten ermittelt und für den Verbindungsaufbau verwendet.

15

20

Die zuvor beschriebene Vorgehensweise hat jedoch den Nachteil,

25 daß abhängig von dem anstehenden Verbindungswunsch weiterhin relativ lange Verbindungsaufbauzeiten nicht auszuschließen sind, da lediglich eine relativ geringe Anzahl von Standard-Verbindungspfaden vorausberechnet und abgespeichert ist, so daß für den Fall, daß keiner dieser vorausberechneten

30 Standard-Verbindungspfade die Qualitätsanforderungen einer gewünschten Verbindung erfüllen kann, gegebenenfalls erst ein geeigneter Alternativpfad ermittelt werden muß, was abhängig von der Komplexität des Kommunikationsnetzes zum Teil sehr zeitintensiv sein kann.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Verfahren zum Ermitteln eines Verbindungspfads in einem Kommunikationsnetz sowie eine entsprechende Vermittlungseinrichtung für ein Kommunikationsnetz zu schaffen, wobei die für den Aufbau einer gewünschten Verbindung benötigte Zeit verkürzt werden kann.

Diese Aufgabe wird gemäß der vorliegenden Erfindung durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruches 1 sowie eine Vermittlungseinrichtung mit den Merkmalen des Anspruches 11 gelöst. Die Unteransprüche beschreiben vorteilhafte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung, die ihrerseits zu einer weiteren Verkürzung der Verbindungsaufbauzeiten bzw. zur Gewährleistung der Ermittlung eines geeigneten Verbindungspfad beitragen.

Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein dynamischer Verbindungspfadspeicher angelegt. Dieser Verbindungspfadspeicher wird bei Anliegen eines Verbindungswunsches bzw. einer Verbindungsanfrage nach einem geeigneten Verbindungspfad zu dem gewünschten Zielknoten durchsucht. Erfüllen die gespeicherten Verbindungspfade nicht die Anforderungen des Verbindungswunsches, wird anhand der gespeicherten Netztopologiedaten ein geeigneter Alternativpfad zu dem gewünschten Zielknoten ermittelt und in den dynamischen Verbindungspfadspeicher eingetragen, wobei die in dem dynamischen Verbindungspfadspeicher abgelegten Verbindungspfade über die Verbindungsdauer hinaus in der entsprechenden Vermittlungseinrichtung gespeichert bleiben.

30

Dieser dynamische Verbindungspfadspeicher kann alternativ oder zusätzlich zu dem eingangs beschriebenen Speicher mit vorausberechneten Standard-Verbindungspfaden vorhanden sein. Ist der dynamische Verbindungspfadspeicher zusätzlich zu dem Speicher mit vorausberechneten Standard-Verbindungspfaden vorhanden, wird bei Eingehen einer Verbindungsanfrage zunächst der Spei-

35

cher mit vorausberechneten Standard-Verbindungspfaden nach einem geeigneten Verbindungspfad zu dem gewünschten Zielknoten durchsucht, der auch die Anforderungen des Verbindungswunsches erfüllt. Sind sämtliche vorausberechneten Standard-Verbindungspfade für den anstehenden Verbindungswunsch ungeeignet, werden im nächsten Schritt die in dem dynamischen Verbindungspfad-speicher gespeicherten Verbindungspfade durchsucht. Befindet sich zu diesem Zeitpunkt in dem dynamischen Verbindungspfad-speicher noch kein Eintrag bzw. ist auch in dem dynamischen Verbindungspfad-speicher kein geeigneter Verbindungspfad abgelegt, der die Anforderungen des Verbindungswunsches erfüllt, wird anhand der gespeicherten Netztopologiedaten ein geeigneter Alternativpfad ermittelt und in den dynamischen Verbindungspfad-speicher eingetragen. Anschließend wird dieser Verbindungspfad für den Verbindungsaufbau verwendet.

Der dynamische Verbindungspfad-speicher kann eine vorgegebene maximale Anzahl von zielknotenspezifischen Speicherplätzen aufweisen. Soll ein neuer Verbindungspfad in den dynamischen Verbindungspfad-speicher eingetragen werden und sind bereits sämtliche  $n$  Speicherplätze belegt, kann beispielsweise der sich am längsten im dynamischen Verbindungspfad-speicher befindliche Verbindungspfad überschrieben werden. Ebenso ist es möglich, den am wenigsten häufig benutzten Verbindungspfad zu überschreiben. Entfällt ein in dem dynamischen Verbindungspfad-speicher gespeicherter Verbindungspfad bzw. wird dieser ungültig, z.B. weil benutzte Teilstrecken oder Netzknoten ausgefallen sind, wird der entsprechende Verbindungspfad aus dem dynamischen Pfadspeicher entfernt, d.h. gelöscht.

Die maximale Anzahl  $n$  der Speicherplätze des dynamischen Verbindungspfad-speichers kann fest vorgegeben oder einstellbar sein. Vorteilhaft ist es, die Anzahl der "Überläufe" pro festgelegter Zeiteinheit des dynamischen Verbindungspfad-speichers zu erfassen und davon abhängig die maximale Anzahl der

Speicherplätze des dynamischen Verbindungspfadspeichers zu erhöhen. Durch eine Timersteuerung kann beispielsweise nach Ablauf einer bestimmten Zeitspanne die maximale Anzahl der zur Verfügung stehenden Speicherplätze nach einer Erhöhung wieder  
5 zurückgestellt werden.

Durch die erfindungsgemäß vorgeschlagene Verwendung eines dynamischen Pfadspeichers wird in dem entsprechenden Netzknoten, d.h. der entsprechenden Vermittlungseinrichtung, des Kommunikationsnetzes eine sich selbst optimierende Verbindungspfadta-  
10 belle angelegt. Auf diese Weise wird sichergestellt, daß die Speicherressourcen vor Verbindungspfaden, die nur selten oder gar nicht benutzt werden, verschont bleiben. Des weiteren ist lediglich die Berechnung von wenigen bzw. überhaupt keinen  
15 vorausberechneten Standard-Verbindungspfaden erforderlich. Aufgrund der Verwendung des dynamischen Verbindungspfadspeichers verkürzen sich die Verbindungsaufbauzeiten im Mittel, da infolge des dynamischen Verbindungspfadspeichers die Wahrscheinlichkeit erheblich zunimmt, daß für einen eingehenden  
20 Verbindungswunsch ein bereits geeigneter Verbindungspfad zur Verfügung steht.

Die vorliegende Erfindung läßt sich sowohl auf Breitbandnetze als auch auf Schmalbandnetze anwenden und ist von dem jeweils  
25 zur Datenübertragung verwendeten Kommunikationsstandard unabhängig.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung näher  
30 erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein schematisches Blockschaltbild des Aufbaus eines ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Vermittlungseinrichtung,



Fig. 2 ein schematisches Blockschaltbild des Aufbaus eines zweiten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Vermittlungseinrichtung, und

5 Fig. 3a und 3b beispielhafte Kommunikationsnetzstrukturen.

Fig. 1 zeigt eine Vermittlungseinrichtung 1, die Bestandteil jedes Netzknotens eines Kommunikationsnetzes ist, welches beispielsweise wie in Fig. 3a oder 3b strukturiert sein kann. Die  
10 Vermittlungseinrichtung 1 umfaßt mehrere Anschlußeinheiten 2, die jeweils mit einem Teilnehmer-Endgerät oder einer anderen Vermittlungseinrichtung eines anderen Netzknotens verbunden sind. Die Anschlußeinheiten 2 wandeln die ankommenden Informationen in intern zu verarbeitende digitale Datenworte um. Des  
15 weiteren weist die Vermittlungseinrichtung 1 eine Schalt- oder Koppereinrichtung 3 auf, die dazu dient, zwischen den einzelnen Anschlußeinheiten 2 der Vermittlungseinrichtung 1 eine physikalische Verbindung zur Übertragung von Daten zwischen den mit den entsprechenden Anschlußeinheiten 2 verbundenen  
20 Pfaden herzustellen. Die Koppereinrichtung 3 umfaßt eine Vielzahl von einzelnen Koppелеlementen, die ein Schalt- oder Koppelnetz (switching network) bilden. Die Koppereinrichtung 3 ist die eigentliche Vermittlungsstelle der Vermittlungseinrichtung 1. Des weiteren umfaßt die Vermittlungseinrichtung 1  
25 eine beispielsweise in Form eines Mikroprozessors ausgestaltete Steuereinheit 4, welche das Herz der Vermittlungseinrichtung 1 bildet und sowohl zur Ansteuerung und Überwachung der einzelnen Anschlußeinheiten 2 als auch der Koppereinrichtung 3 dient. Unter anderem sorgt die Steuereinheit 4 für die Syn-  
30 chronisation der einzelnen Anschlußeinheiten 2 auf den internen Takt der Vermittlungseinrichtung 1 und zur Festlegung der durch die Koppereinrichtung 3 zu realisierenden physikalischen Verbindungen zwischen den einzelnen Anschlußeinheiten 2. Die Steuereinheit 4 legt somit fest, über welchen Pfad bzw. über  
35 welche Anschlußeinheit 2 die über eine andere Anschlußeinheit

2 empfangenen Kommunikationsdaten weitergeleitet bzw. ausgegeben werden sollen.

Des weiteren umfaßt die in Fig. 1 gezeigte Vermittlungseinrichtung 1 einen Speicher 7, in dem die Daten der Netztopologie des entsprechenden Kommunikationsnetzes umfassend gespeichert sind. Insbesondere ist in diesem Speicher 7 gespeichert, wie viele und welche andere Netzknoten das Kommunikationsnetz aufweist, welche Verbindungsleitungen bzw. Verbindungspfade zwischen den einzelnen Netzknoten existieren und welche Übertragungseigenschaften (wie z.B. Übertragungskapazitäten oder Übertragungszustände) diese Übertragungspfade aufweisen usw..

In einem weiteren Speicher 6 sind die bereits zuvor erläuterten vorausberechneten Standard-Verbindungspfade zu den einzelnen potentiellen Zielknoten des Kommunikationsnetzes gespeichert. Wie bereits erläutert worden ist, ist es gemäß dem Stand der Technik bekannt, zu den einzelnen potentiellen Zielknoten des Kommunikationsnetzes bestimmte Standard-Verbindungspfade vor auszuberechnen, wobei diese Standard-Verbindungspfade beispielsweise jeweils dem kürzesten Verbindungspfad von der Vermittlungseinrichtung 1 zu einem anderen potentiellen Zielknoten des Kommunikationsnetzes entsprechen können. Somit sind in dem Speicher 6 zielknotenspezifisch bestimmte Standard-Verbindungspfade sowie die entsprechenden Verbindungsparameter bzw. Verbindungseigenschaften (wie z.B. Übertragungskapazität oder Übertragungszustand) gespeichert. Es ist jedoch nicht unbedingt erforderlich, in dem Speicher 6 die Verbindungsparameter zu jedem Verbindungspfad zu speichern, da diese Informationen im Prinzip bereits in dem Speicher 7 abgelegt sind. Um jedoch die Verbindungsaufbauzeiten möglichst gering zu halten, ist es vorteilhaft, zu jedem in dem Speicher 6 abgelegten Verbindungspfad zugleich die entsprechenden Verbindungsparameter bzw. Verbindungseigenschaften abzulegen. Bei dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel wird davon ausge-

gangen, daß das entsprechende Kommunikationsnetz neben der Vermittlungseinrichtung 1 weitere N andere Vermittlungseinrichtungen aufweist, die als potentielle Zielknoten für eine Kommunikationsverbindung mit der Vermittlungseinrichtung 1  
5 dienen. Zu jedem potentiellen Zielknoten können eine oder mehrere Standard-Verbindungspfade abgespeichert sein.

Die Vermittlungseinrichtung 1 umfaßt zudem einen weiteren Speicher 5, welcher als dynamischer Verbindungspfad-speicher  
10 dient. Dieser Speicher 5 ist bei Erstinbetriebnahme der Vermittlungseinrichtung 1 zunächst leer.

Die Funktion der in Fig. 1 gezeigten Vermittlungseinrichtung bzw. deren Steuereinheit 4 ist folgendermaßen.

15 Wird über eine der Anschlußeinheiten 2 eine Verbindungsanfrage bzw. ein Verbindungswunsch empfangen, muß die Steuereinheit 4 vor Aufbau der entsprechenden Verbindung zunächst eine geeigneten Verbindungspfad zu dem gewünschten Zielknoten ermitteln,  
20 wobei dieser Verbindungspfad insbesondere gegebenenfalls benutzerspezifisch vorgegebenen Qualitätsanforderungen an die gewünschte Verbindung (z.B. Bandbreite, Übertragungsrate usw.) gerecht werden muß. Zu diesem Zweck durchsucht die Steuereinheit 4 zunächst die im Speicher 6 abgelegten Standard-Verbin-  
25 dungspfade zu dem gewünschten Zielknoten. Anhand der ebenfalls im Speicher 6 abgelegten Verbindungseigenschaften der entsprechenden Standard-Verbindungspfade zu dem gewünschten Zielknoten kann die Steuereinheit 4 feststellen, ob der Speicher 6 einen für die gewünschten Verbindungseigenschaften  
30 geeigneten Verbindungspfad zu dem gewünschten Zielknoten aufweisen. Ist dies der Fall, wird der entsprechende Verbindungspfad aus dem Speicher 6 ausgelesen und für den Verbindungsaufbau verwendet. Hat jedoch die Steuereinheit 4 keinen geeigneten Verbindungspfad zu dem gewünschten  
35 Zielknoten in dem Speicher 6 festgestellt, ermittelt die Steuereinheit 4 unter Bezugnahme auf die im

Netztopologiespeicher 7 gespeicherten Netztopologiedaten einen geeigneten Verbindungspfad zu dem gewünschten Zielknoten, der insbesondere die Qualitätsanforderungen des Verbindungswunsches erfüllt.

5

Anschließend wird dieser von der Steuereinheit 4 ermittelte Alternativpfad in den dynamischen Verbindungspfadspeicher 5 eingetragen. Die Eintragung erfolgt zielknotenspezifisch und kann, wie in Fig. 1 gezeigt ist, auch die Verbindungsparameter bzw. Übertragungseigenschaften des entsprechenden ermittelten Verbindungspfads umfassen. Die Eintragungen in den dynamischen Speicher 5 erfolgen dabei in der Reihenfolge der Ermittlung der entsprechenden Verbindungspfade durch die Steuereinheit 4. Vorteilhafterweise werden daher die ermittelten Verbindungspfade in dem Speicher 5 in Form eines FIFO-Stacks gespeichert. Wie Fig. 1 zu entnehmen ist, ist der dynamische Speicher 5 nicht auf eine Eintragung pro potentiellen Zielknoten beschränkt, sondern es können zu jedem Zielknoten mehrere Verbindungspfade (gegebenenfalls mit unterschiedlichen Übertragungseigenschaften) eingetragen werden. Nach Eintragung eines Verbindungspfads in den Speicher 5 wird der entsprechende von der Steuereinheit 4 ermittelte Verbindungspfad für den Verbindungsaufbau zu dem gewünschten Zielknoten verwendet. Die Eintragungen in den Speicher 5 bleiben auch über die Verbindungsdauer des jeweils entsprechenden Verbindungspfads hinaus in dem Speicher 5 gespeichert.

Gehen anschließend weitere Verbindungswünsche bei der Vermittlungseinrichtung 1 ein, durchsucht die Steuereinheit 4 nicht nur die in dem Speicher 6 abgelegten, vorausberechneten Standard-Verbindungspfade zu dem gewünschten Zielknoten, sondern auch die in dem dynamischen Speicher 5 abgelegten Eintragungen. Erst wenn sowohl in dem Speicher 6 als auch in dem dynamischen Speicher 5 keine geeigneten Verbindungspfade zu dem gewünschten Zielknoten gefunden werden, ermittelt die Steuereinheit 4 wieder anhand der in dem Speicher 6 gespeicherten

Netztopologiedaten einen geeigneten Verbindungspfad und trägt diesen anschließend in den Speicher 5 ein.

Der Umfang des Speichers 5 kann entweder fest vorgegeben oder  
5 variabel sein. Vor Eintragen eines neu ermittelten Verbindungspfads in den Speicher 5 überwacht die Steuereinheit 4 regelmäßig die Speicherbelegung des Speichers 5. Soll ein neu ermittelter Verbindungspfad in den Speicher 5 eingetragen werden, obwohl bereits eine maximale Anzahl  $n$  von Speicherplätzen  
10 belegt ist, überschreibt die Steuereinheit gemäß dem in Fig. 1 gezeigten ersten Ausführungsbeispiel den am längsten in dem Speicher 5 gespeicherten Verbindungspfad. Ist inzwischen ein Verbindungspfad ungültig geworden, z. B. weil benutzte Teilstrecken oder Netzknoten ausgefallen sind, wird dieser Verbindungspfad gegebenenfalls sowohl aus dem Speicher 6 als auch  
15 aus dem Speicher 5 entfernt.

Durch die Verwendung des dynamischen Speichers 5 können die Verbindungsaufbauzeiten im Durchschnitt verkürzt werden, da  
20 die Wahrscheinlichkeit erheblich zunimmt, daß entweder in dem Speicher 6 oder in dem Speicher 5 ein geeigneter Verbindungspfad zur Verfügung steht. Insbesondere enthält der Speicher 5 ausschließlich Einträge von Verbindungspfaden, die bereits bestimmte Qualitätsanforderungen einer entsprechenden Verbindungsanfrage erfüllt haben. Die Einträge des Speichers 5 sind  
25 somit gegenüber den Einträgen des Speichers 6 qualitativ höherwertig und tragen daher zur Verkürzung der Verbindungsaufbauzeiten bei, da sie die Wahrscheinlichkeit der Auffindung eines geeigneten Verbindungspfads deutlich steigern.

30 Nachdem die Steuereinheit 4 der Vermittlungseinrichtung 1 wie zuvor beschrieben einen geeigneten Verbindungspfad zu dem gewünschten Zielknoten ermittelt hat, erzeugt die Steuereinheit 4 das bereits zuvor beschriebene Informationselement, in  
35 welchem die einzelnen Netzknoten des Kommunikationsnetzes, welche gemäß dem festgelegten Verbindungspfad zu durchlaufen

sind, abgelegt sind. Dieses Informationselement wird von der Steuereinheit 4 über eine entsprechende Anschlußeinheit 2 an den ersten Netzknoten dieses Verbindungspfads übermittelt und umfaßt einen Zeiger (Pointer), der stets auf den als nächstes anzulaufenden Netzknoten des Kommunikationsnetzes zeigt. Der als erstes angelaufene Netzknoten des Kommunikationsnetzes setzt somit nach Empfang dieses Informationselements den Zeiger einen Netzknoten weiter.

Selbstverständlich kann die in Fig. 1 gezeigte Vermittlungseinrichtung 1 auch ohne den Speicher 6 mit den vorausberechneten und abgespeicherten Standard-Verbindungspfaden zu den einzelnen potentiellen Zielknoten des Kommunikationsnetzes verwendet werden. In diesem Fall durchsucht die Steuereinheit 4 bei Eingang einer Verbindungsanfrage ausschließlich die Einträge des Speichers 5 und ermittelt anhand der in dem Speicher 7 abgelegten Netztopologiedaten einen geeigneten Verbindungspfad, falls der Speicher 5 keine geeigneten Verbindungspfadeinträge aufweist. Anschließend wird der neu ermittelte Verbindungspfad in dem Speicher 5 abgelegt und steht für die Ermittlung eines neuen Verbindungspfads danach zur Verfügung.

Anhand des Speichers 6 wurde bereits erläutert, daß das Abspeichern der Verbindungsparameter des entsprechenden Verbindungspfads in dem Speicher 6 optional ist. Dies trifft auch auf die Einträge in dem Speicher 5 zu. Auch bezüglich des Speichers 5 ist es im Prinzip ausreichend, wenn zu dem entsprechenden Zielknoten lediglich der ermittelte Verbindungspfad abgespeichert wird, da die dem Verbindungspfad entsprechenden Übertragungseigenschaften bzw. Verbindungsparameter bereits in dem Speicher 7 abgelegt sind. Das Abspeichern der Verbindungsparameter zusammen mit dem entsprechenden Verbindungspfad in dem Speicher 5 ist jedoch vorteilhaft, da die Steuereinheit 4 anschließend bei der Ermittlung eines neuen Verbindungspfads nicht zusätzlich auf die Einträge in dem Speicher 7 zugreifen muß, um die entsprechenden Übertra-

gungseigenschaften des jeweiligen Verbindungspfad festzustellen.

Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsge-  
5 mäßigen Vermittlungseinrichtung.

Die in Fig. 2 gezeigte Vermittlungseinrichtung 1 sowie deren Funktion entspricht im wesentlichen der in Fig. 1 gezeigten Vermittlungseinrichtung. Gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel  
10 umfaßt jedoch die Vermittlungseinrichtung 1 zudem einen Überlaufzähler 8. Dieser Überlaufzähler 8 erfaßt die Anzahl der Überlaufälle des dynamischen Verbindungspfadspeichers 5. Das heißt, der Zählerstand des Überlaufzählers 8 wird stets um 1 erhöht, falls die Steuereinheit 4 einen neuen Verbindungspfad  
15 in den Speicher 5 eintragen will, obwohl bereits eine der vorgegebenen maximalen Anzahl  $n$  entsprechende Zahl von Verbindungspfaden abgespeichert ist. Anhand des Zählerstands des Überlaufzählers 8 kann die Steuereinheit die Anzahl der "Überläufe" des Speichers 5 während einer festgelegten Zeit-  
20 spanne feststellen und davon abhängig den Speicherumfang des Speichers 5 entsprechend anpassen, d. h. die maximale Anzahl  $n$  der Eintragungen des Speichers 5 erhöhen oder erniedrigen. Wurde die maximale Anzahl  $n$  der Eintragungen des Speichers 5 erhöht oder erniedrigt, kann gemäß einer Variante des in Fig.  
25 2 gezeigten zweiten Ausführungsbeispiels die Steuereinheit 4 nach Ablauf einer entsprechenden Zeitspanne den maximalen Speicherumfang  $n$  des Speichers 5 wieder auf den ursprünglichen Wert zurückstellen.

30 Eine weitere Besonderheit des in Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiels ist die Tatsache, daß die Steuereinheit 4 zusätzlich zu den in Fig. 1 gezeigten Daten auch die Benutzungshäufigkeit jedes in dem Speicher 5 abgelegten Verbindungspfad abspeichert. Dies bedeutet, daß die Steuereinheit 4 bei Verwendung  
35 eines in dem Speicher 5 gespeicherten Verbindungspfad einen ebenfalls in dem Speicher 5 gespeicherten Zähler dieses Ver-

bindungspfads um 1 erhöht. Diese Variante ermöglicht es der Steuereinheit 4, den am wenigsten häufig benutzten Verbindungspfad des Speichers 5 mit einem neu ermittelten Verbindungspfad zu überschreiben, falls bereits die maximale Anzahl  
5 n der Speicherplätze des Speichers 5 belegt ist.

Insbesondere infolge der Überwachung der Benutzungshäufigkeit jedes in dem Speicher 5 abgelegten Verbindungspfads wird durch den Speicher 5 eine sich selbst optimierende Verbindungs-  
10 pfadtabelle gebildet. Die Qualität der Eintragungen des Speichers 5 steigt mit der Betriebsdauer der Vermittlungseinrichtung 1 bzw. mit der Anzahl der bei der Vermittlungseinrichtung 1 eingehenden Verbindungsanfragen. Durch diese sich selbst optimierende Verbindungspfadtabelle ist gewährleistet, daß Ver-  
15 bindungspfade, die nur selten oder gar nicht benutzt werden, in dem dynamischen Speicher 5 nicht über eine längere Zeit gespeichert bleiben.

Durch die Verwendung des dynamischen Speichers 5, d. h. eines  
20 Speichers, dessen Inhalt sich mit Betriebsdauer der Vermittlungseinrichtung dynamisch verändert, brauchen nur noch wenige bzw. gegebenenfalls überhaupt keine Standard-Verbindungspfade vorausberechnet und (in dem Speicher 6) gespeichert werden.



## Patentansprüche

1. Verfahren zum Ermitteln eines Verbindungspfads in einem Kommunikationsnetz,

5 umfassend die Schritte:

a) Feststellen, ob bereits ein geeigneter Verbindungspfad zu einem gewünschten Zielknoten des Kommunikationsnetzes gespeichert ist,

10 b) falls im Schritt a) noch kein geeigneter gespeicherter Verbindungspfad festgestellt worden ist, Ermitteln eines geeigneten Verbindungspfad zu dem gewünschten Zielknoten anhand gespeicherter Netzdaten, welche das Kommunikationsnetz beschreiben, und Abspeichern des Verbindungspfads, so daß dieser für eine neue Ermittlung eines Verbindungspfads in dem Schritt a) 15 zur Verfügung steht, und

c) Übermitteln von dem im Schritt a) oder b) ermittelten Verbindungspfad entsprechenden Pfadinformationen an Netzknoten, die Bestandteil des ermittelten Verbindungspfads sind, um den ermittelten Verbindungspfad zu dem gewünschten Zielknoten auf- 20 zubauen.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet,**

25 daß in dem Schritt a) oder b) ein Verbindungspfad zu dem gewünschten Zielknoten dann als geeigneter Verbindungspfad angesehen wird, falls der entsprechende Verbindungspfad von einem Ausgangsknoten des Kommunikationsnetzes zu dem gewünschten Zielknoten führt und bestimmte Übertragungseigenschaften für eine Datenübertragung zu dem Zielknoten erfüllt.

30

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

**dadurch gekennzeichnet,**

35 daß mehrere Standard-Verbindungspfade zu bestimmten Netzknoten des Kommunikationsnetzes im voraus fest gespeichert sind, die in dem Schritt a) zusammen mit zuvor gemäß dem Schritt b) er-

mittelten und abgespeicherten Verbindungspfaden überprüft werden.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

5 **dadurch gekennzeichnet,**

daß lediglich eine bestimmte maximale Anzahl (n) von ermittelten Verbindungspfaden in dem Schritt b) abgespeichert wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4,

10 **dadurch gekennzeichnet,**

daß bei Ermittlung eines neuen geeigneten Verbindungspfades in dem Schritt b) der am längsten gemäß dem Schritt b) zuvor abgespeicherte Verbindungspfad gelöscht wird, falls bereits zuvor eine der maximalen Anzahl (n) entsprechende Anzahl von  
15 Verbindungspfaden gemäß dem Schritt b) ermittelt und abgespeichert worden ist.

6. Verfahren nach Anspruch 4,

**dadurch gekennzeichnet,**

20 daß bei Ermittlung eines neuen geeigneten Verbindungspfades in dem Schritt b) der am wenigsten gemäß dem Schritt c) benutzte und zuvor gemäß dem Schritt b) abgespeicherte Verbindungspfad gelöscht wird, falls bereits zuvor eine der maximalen Anzahl (n) entsprechende Anzahl von Verbindungspfaden gemäß dem  
25 Schritt b) ermittelt und abgespeichert worden ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4 - 6,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß die maximale Anzahl (n) der gemäß dem Schritt b) abspeicherbaren Verbindungspfade variabel ist.  
30

8. Verfahren nach Anspruch 7,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß die Anzahl der Überlauffälle gezählt wird, bei denen ein  
35 neuer Verbindungspfad gemäß dem Schritt b) ermittelt worden ist und abgespeichert werden soll, obwohl bereits zuvor eine

der maximalen Anzahl (n) entsprechende Anzahl von Verbindungspfadern gemäß dem Schritt b) ermittelt und abgespeichert worden ist, und

- 5 daß die maximale Anzahl (n) der gemäß dem Schritt b) abspeicherbaren Verbindungspfade abhängig von der Anzahl der Überlauffälle eingestellt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**

- 10 daß für den Fall, daß ein neuer Verbindungspfad gemäß Schritt b) ermittelt worden ist und abgespeichert werden soll, obwohl bereits zuvor eine der maximalen Anzahl (n) entsprechende Anzahl von Verbindungspfadern gemäß dem Schritt b) ermittelt und abgespeichert worden ist, die maximale Anzahl (n) der gemäß  
15 dem Schritt b) abspeicherbaren Verbindungspfade für eine bestimmte Zeitspanne erhöht und nach Ablauf der bestimmten Zeitspanne wieder zurückgesetzt wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
20 **dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Schritte a) - c) automatisch von Steuermitteln (4) in einer Vermittlungseinrichtung (1), welche einen Netzknoten ( $K_1$  -  $K_{10}$ ) des Kommunikationsnetzes bildet, durchgeführt werden.

- 25 11. Vermittlungseinrichtung (1) für ein Kommunikationsnetz, mit mehreren Anschlußeinheiten (2), die jeweils mit mindestens einem Endgerät ( $EG_{11}$  -  $EG_{43}$ ) oder mindestens einer weiteren Vermittlungseinrichtung verbunden sind,  
mit ersten Speichermitteln (7) zum Speichern von das Kommunikationsnetz beschreibenden Netzdaten,  
30 mit zweiten Speichermitteln (5) zum Speichern von Verbindungspfadern, welche die Vermittlungseinrichtung (1) mit bestimmten Ziel-Vermittlungseinrichtungen des Kommunikationsnetzes verbinden, und  
35 mit Steuermitteln (4), die bei Empfang einer Verbindungsanfrage über eine der Anschlußeinheiten (2) für eine Verbindung

mit einer gewünschten Ziel-Vermittlungseinrichtung des Kommunikationsnetzes die zweiten Speichermittel (5) nach einem geeigneten Verbindungspfad zu der gewünschten Ziel-Vermittlungseinrichtung durchsuchen und, falls sie keinen geeigneten Verbindungspfad in den zweiten Speichermitteln (5) finden, anhand  
5 der in den ersten Speichermitteln (7) gespeicherten Netzdaten einen geeigneten Verbindungspfad zu der gewünschten Ziel-Vermittlungseinrichtung ermitteln und in den zweiten Speichermitteln (5) abspeichern,

10 wobei die Steuermittel (4) nach Feststellen eines in den zweiten Speichermitteln (5) gespeicherten geeigneten Verbindungspfads oder Ermitteln eines geeigneten Verbindungspfads anhand der in den ersten Speichermitteln (7) gespeicherten Netzdaten  
15 Verbindungspfad entsprechenden Pfadinformationen an weitere Vermittlungseinrichtungen, welche Bestandteil des geeigneten Verbindungspfades zu der gewünschten Ziel-Vermittlungseinrichtung sind, übermitteln, um den Verbindungspfad zu der gewünschten Ziel-Vermittlungseinrichtung aufzubauen.

20

12. Vermittlungseinrichtung nach Anspruch 11,  
**gekennzeichnet durch**

dritte Speichermittel (6), in denen mehrere Standard-Verbindungspfade zu bestimmten Ziel-Vermittlungseinrichtungen des  
25 Kommunikationsnetzes fest gespeichert sind,  
wobei die Steuermittel (4) infolge einer Verbindungsanfrage für eine Verbindung zu einer gewünschten Ziel-Vermittlungseinrichtung die dritten Speichermittel (6) zusammen mit den zweiten Speichermitteln (5) nach einem geeigneten Verbindungspfad  
30 zu der gewünschten Ziel-Vermittlungseinrichtung durchsuchen.

13. Vermittlungseinrichtung nach Anspruch 11 oder 12,  
**dadurch gekennzeichnet,**

35 daß die Steuermittel (4) die Anzahl der in den zweiten Speichermitteln (5) gespeicherten Verbindungspfade bezüglich einer bestimmten maximalen Anzahl (n) überwachen.

14. Vermittlungseinrichtung nach Anspruch 13,  
**dadurch gekennzeichnet,**

5 daß die Steuermittel (4) nach Ermittlung eines neuen geeigneten Verbindungspfad anhand der in den ersten Speichermitteln (7) gespeicherten Netzdaten den am längsten in den zweiten Speichermitteln (5) zuvor abgespeicherten Verbindungspfad löschen, falls die Steuermittel (4) feststellen, daß bereits  
10 eine der maximalen Anzahl (n) entsprechende Anzahl von Verbindungspfaden in den zweiten Speichermitteln (5) abgespeichert worden ist.

15. Vermittlungseinrichtung nach Anspruch 13,  
**gekennzeichnet durch**

15 Zählmittel zum Zählen der Häufigkeit der Verwendung jedes in den zweiten Speichermitteln (5) gespeicherten Verbindungspfad für einen Verbindungsaufbau zu einer jeweils gewünschten Ziel-Vermittlungseinrichtung des Kommunikationsnetzes, wobei die Steuermittel (4) nach Ermittlung eines neuen geeigneten Verbindungspfad anhand der in den ersten Speichermitteln (7) gespeicherten Netzdaten den am wenigsten häufig verwendeten und in den zweiten Speichermitteln (5) zuvor abgespeicherten Verbindungspfad löschen, falls die Steuermittel  
20 (4) feststellen, daß bereits eine der maximalen Anzahl (n) entsprechende Anzahl von Verbindungspfaden in den zweiten  
25 Speichermitteln (5) zuvor abgespeichert worden ist.

16. Vermittlungseinrichtung nach einem der Ansprüche 13 - 15,  
**gekennzeichnet durch**

30 Zählmittel (8) zum Zählen der Überlauffälle der zweiten Speichermittel (5), bei denen nach Ermittlung eines neuen Verbindungspfad anhand der in den ersten Speichermitteln (7) gespeicherten Netzdaten dieser in den zweiten Speichermitteln (5) abgespeichert werden soll, obwohl bereits zuvor eine der  
35 maximalen Anzahl (n) entsprechende Anzahl von Verbindungs-

pfaden in den zweiten Speichermitteln (5) abgespeichert worden ist,

wobei die Steuermittel (4) die maximale Anzahl (n) der in den zweiten Speichermitteln (5) abgespeicherten Verbindungspfade  
5 abhängig von der erfaßten Anzahl der Überlauffälle einstellen.

17. Vermittlungseinrichtung nach einem der Ansprüche 13 - 16,  
**dadurch gekennzeichnet,**

10 daß die Steuermittel (4) nach Ermittlung eines neuen Verbindungspfade anhand der in den ersten Speichermitteln (7) gespeicherten Netzdaten und vor Abspeicherung des ermittelten Verbindungspfade in den zweiten Speichermitteln (5) die maximale Anzahl (n) der in den zweiten Speichermitteln (5) abspei-  
15 cherbaren Verbindungspfade vorübergehend erhöhen, falls die Steuermittel (4) feststellen, daß bereits eine der maximalen Anzahl (n) entsprechende Anzahl von Verbindungspfaden in den zweiten Speichermitteln (5) zuvor abgespeichert worden ist.

## Zusammenfassung

Verfahren und Ermittlungseinrichtung zum Ermitteln eines Verbindungspfads in einem Kommunikationsnetz

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln eines geeigneten Verbindungspfads in einem Kommunikationsnetz sowie eine entsprechende Vermittlungseinrichtung (1). Bei Anliegen einer Verbindungsanfrage zu einem gewünschten Zielknoten wird zunächst überprüft, ob in einem entsprechenden dynamischen Speicher (5) bereits ein geeigneter Verbindungspfad zu dem gewünschten Zielknoten gespeichert ist. Ist dies nicht der Fall, wird anhand gespeicherter Netzdaten des Kommunikationsnetzes ein geeigneter Verbindungspfad ermittelt und anschließend in dem dynamischen Speicher (5) eingetragen, so daß dieser Verbindungspfad nachfolgend für weitere Verbindungspfadermittlungen zur Verfügung steht. Nach Ermittlung eines geeigneten Verbindungspfads wird die Verbindung entsprechend dem ermittelten Verbindungspfad zu dem gewünschten Zielknoten aufgebaut.

20

(Figur 1)

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 6 H04Q3/66

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 6 H04Q

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
AB X SPEC	US 4 862 496 A (KELLY F P ET AL) 29. August 1989 siehe Spalte 2, Zeile 3 - Spalte 4, Zeile 46 siehe Spalte 6, Zeile 5 - Zeile 37 siehe Spalte 9, Zeile 19 - Zeile 26 siehe Ansprüche 1,7,19	1-4, 10-13
A	---	5-9, 14-17
AM A	EP 0 696 147 A (SIEMENS AG) 7. Februar 1996  siehe Spalte 1, Zeile 13 - Zeile 20 siehe Spalte 2, Zeile 41 - Spalte 3, Zeile 48; Abbildung 1 siehe Spalte 5, Zeile 3 - Spalte 6, Zeile 54; Abbildung 2  ---	1-4, 7-13, 16, 17
	--- -/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen☒ Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&amp;" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

28. Juni 1999

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

06/07/1999

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde  
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Vercauteren, S



## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
AV A	WO 93 08666 A (SIEMENS AG) 29. April 1993  siehe Seite 4 - Seite 6, Zeile 13; Abbildungen 1,2 siehe Ansprüche 1,2 ---	1-4,7, 10-13
AA A	US 3 536 842 A (EWIN J C ET AL) 27. Oktober 1970  siehe Spalte 2, Zeile 20 - Spalte 5, Zeile 27; Abbildungen 1,2 ---	1,4,6, 10,11, 13,15
AR A	HARTMANN H L: "DYNAMISCHE NICHTHIERARCHISCHE VERKEHRSLENKUNG" NTZ NACHRICHTEN TECHNISCHE ZEITSCHRIFT, Bd. 44, Nr. 10, 1. Oktober 1991, Seiten 724-732, XP000265354 ---	
AS A	LANGNICKEL B-U ET AL: "AUF ALTERNATIVWEGEN ZU MEHR GEWINN" TELCOM REPORT, Bd. 18, Nr. 5, September 1995, Seiten 244-247, XP000543148 -----	

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 98/03813

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4862496 A	29-08-1989	AT 60861 T AU 594403 B AU 6647786 A BG 49730 A CA 1284204 A CN 1004965 B EP 0229494 A FI 865139 A,B, GR 3001593 T HK 34796 A IN 168886 A JP 62216561 A PT 83949 A,B	15-02-1991 08-03-1990 25-06-1987 15-01-1992 14-05-1991 02-08-1989 22-07-1987 19-06-1987 23-11-1992 08-03-1996 06-07-1991 24-09-1987 01-01-1987
EP 0696147 A	07-02-1996	BR 9508483 A WO 9604757 A FI 970392 A JP 9508774 T NO 970476 A	25-11-1997 15-02-1996 30-01-1997 02-09-1997 03-02-1997
WO 9308666 A	29-04-1993	AT 148292 T CA 2121240 A DE 59207963 D EP 0608279 A ES 2098544 T JP 2851432 B JP 6510645 T US 5537468 A	15-02-1997 29-04-1993 06-03-1997 03-08-1994 01-05-1997 27-01-1999 24-11-1994 16-07-1996
US 3536842 A	27-10-1970	NONE	

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichung, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 98/03813

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4862496 A	29-08-1989	AT 60861 T AU 594403 B AU 6647786 A BG 49730 A CA 1284204 A CN 1004965 B EP 0229494 A FI 865139 A,B, GR 3001593 T HK 34796 A IN 168886 A JP 62216561 A PT 83949 A,B	15-02-1991 08-03-1990 25-06-1987 15-01-1992 14-05-1991 02-08-1989 22-07-1987 19-06-1987 23-11-1992 08-03-1996 06-07-1991 24-09-1987 01-01-1987
EP 0696147 A	07-02-1996	BR 9508483 A WO 9604757 A FI 970392 A JP 9508774 T NO 970476 A	25-11-1997 15-02-1996 30-01-1997 02-09-1997 03-02-1997
WO 9308666 A	29-04-1993	AT 148292 T CA 2121240 A DE 59207963 D EP 0608279 A ES 2098544 T JP 2851432 B JP 6510645 T US 5537468 A	15-02-1997 29-04-1993 06-03-1997 03-08-1994 01-05-1997 27-01-1999 24-11-1994 16-07-1996
US 3536842 A	27-10-1970	KEINE	

## PATENT COOPERATION TREATY

PCT

## NOTIFICATION OF ELECTION

(PCT Rule 61.2)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

Assistant Commissioner for Patents  
United States Patent and Trademark  
Office  
Box PCT  
Washington, D.C.20231  
ÉTATS-UNIS D'AMÉRIQUE

in its capacity as elected Office

Date of mailing (day/month/year) 02 September 1999 (02.09.99)	
International application No. PCT/DE98/03813	Applicant's or agent's file reference GR 98 P 1063 P
International filing date (day/month/year) 29 December 1998 (29.12.98)	Priority date (day/month/year) 23 January 1998 (23.01.98)
Applicant LIEBL, Robert	

1. The designated Office is hereby notified of its election made:

☒ in the demand filed with the International Preliminary Examining Authority on:

20 July 1999 (20.07.99)

☐ in a notice effecting later election filed with the International Bureau on:2. The election ☒ was☐ was not

made before the expiration of 19 months from the priority date or, where Rule 32 applies, within the time limit under Rule 32.2(b).

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No.: (41-22) 740.14.35	Authorized officer R. Forax Telephone No.: (41-22) 338.83.38
---	--

# VERTEIL ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

### INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

(Artikel 18 sowie Regeln 43 und 44 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts <b>GR 98 P 1063 P</b>	<b>WEITERES VORGEHEN</b>	siehe Mitteilung über die Übermittlung des internationalen Recherchenberichts (Formblatt PCT/ISA/220) sowie, soweit zutreffend, nachstehender Punkt 5
Internationales Aktenzeichen <b>PCT/DE 98/ 03813</b>	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) <b>29/12/1998</b>	(Frühestes) Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) <b>23/01/1998</b>
Anmelder  <b>SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT et al.</b>		

Dieser internationale Recherchenbericht wurde von der Internationalen Recherchenbehörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 18 übermittelt. Eine Kopie wird dem Internationalen Büro übermittelt.

Dieser internationale Recherchenbericht umfaßt insgesamt 3 Blätter.

☒ Darüber hinaus liegt ihm jeweils eine Kopie der in diesem Bericht genannten Unterlagen zum Stand der Technik bei.

#### 1. Grundlage des Berichts

a. Hinsichtlich der **Sprache** ist die internationale Recherche auf der Grundlage der internationalen Anmeldung in der Sprache durchgeführt worden, in der sie eingereicht wurde, sofern unter diesem Punkt nichts anderes angegeben ist.

☐ Die internationale Recherche ist auf der Grundlage einer bei der Behörde eingereichten Übersetzung der internationalen Anmeldung (Regel 23.1 b)) durchgeführt worden.

b. Hinsichtlich der in der internationalen Anmeldung offenbarten **Nucleotid- und/oder Aminosäuresequenz** ist die internationale Recherche auf der Grundlage des Sequenzprotokolls durchgeführt worden, das

☐ in der internationalen Anmeldung in Schriftlicher Form enthalten ist.

☐ zusammen mit der internationalen Anmeldung in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in schriftlicher Form eingereicht worden ist.

☐ bei der Behörde nachträglich in computerlesbarer Form eingereicht worden ist.

☐ Die Erklärung, daß das nachträglich eingereichte schriftliche Sequenzprotokoll nicht über den Offenbarungsgehalt der internationalen Anmeldung im Anmeldezeitpunkt hinausgeht, wurde vorgelegt.

☐ Die Erklärung, daß die in computerlesbarer Form erfaßten Informationen dem schriftlichen Sequenzprotokoll entsprechen, wurde vorgelegt.

2. ☐ Bestimmte Ansprüche haben sich als nicht recherchierbar erwiesen (siehe Feld I).

3. ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung (siehe Feld II).

#### 4. Hinsichtlich der Bezeichnung der Erfindung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut von der Behörde wie folgt festgesetzt:

#### 5. Hinsichtlich der Zusammenfassung

☒ wird der vom Anmelder eingereichte Wortlaut genehmigt.

☐ wurde der Wortlaut nach Regel 38.2b) in der in Feld III angegebenen Fassung von der Behörde festgesetzt. Der Anmelder kann der Behörde innerhalb eines Monats nach dem Datum der Absendung dieses internationalen Recherchenberichts eine Stellungnahme vorlegen.

6. Folgende Abbildung der Zeichnungen ist mit der Zusammenfassung zu veröffentlichen: Abb. Nr. 1

☒ wie vom Anmelder vorgeschlagen

☐ weil der Anmelder selbst keine Abbildung vorgeschlagen hat.

☐ weil diese Abbildung die Erfindung besser kennzeichnet.

☐ keine der Abb.

## PATENT COOPERATION TREATY

## PCT

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

(PCT Article 36 and Rule 70)

Applicant's or agent's file reference GR 98 P 1063 P	<b>FOR FURTHER ACTION</b> See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/DE98/03813	International filing date (day/month/year) 29 December 1998 (29.12.98)	Priority date (day/month/year) 23 January 1998 (23.01.98)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC H04Q 3/66		
Applicant SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.

2. This REPORT consists of a total of 4 sheets, including this cover sheet.

☒ This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT).

These annexes consist of a total of 23 sheets.

3. This report contains indications relating to the following items:

- I ☒ Basis of the report
- II ☐ Priority
- III ☐ Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability
- IV ☐ Lack of unity of invention
- V ☒ Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement
- VI ☐ Certain documents cited
- VII ☐ Certain defects in the international application
- VIII ☐ Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 20 July 1999 (20.07.99)	Date of completion of this report 22 May 2000 (22.05.2000)
Name and mailing address of the IPEA/EP	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

## INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/DE98/03813

## I. Basis of the report

1. This report has been drawn on the basis of (Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to the report since they do not contain amendments.):

- ☐ the international application as originally filed.
- ☒ the description, pages \_\_\_\_\_, as originally filed,  
pages \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
pages 1-17, filed with the letter of 21 December 1999 (21.12.1999),  
pages \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.
- ☒ the claims, Nos. \_\_\_\_\_, as originally filed,  
Nos. \_\_\_\_\_, as amended under Article 19,  
Nos. \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
Nos. 1-17, filed with the letter of 21 December 1999 (21.12.1999),  
Nos. \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.
- ☒ the drawings, sheets/fig 1/3-3/3, as originally filed,  
sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the demand,  
sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_,  
sheets/fig \_\_\_\_\_, filed with the letter of \_\_\_\_\_.

2. The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages \_\_\_\_\_
- ☐ the claims, Nos. \_\_\_\_\_
- ☐ the drawings, sheets/fig \_\_\_\_\_

3. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).

4. Additional observations, if necessary:

# INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.  
PCT/DE 98/03813

## V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement

### 1. Statement

Novelty (N)	Claims	1-17	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	1-17	YES
	Claims		NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-17	YES
	Claims		NO

### 2. Citations and explanations

Claim 1 describes a method for establishing a suitable connection path in a network, whereby possible connection paths between network nodes are dynamically determined and stored. First, a check is carried out to ascertain whether a suitable connection path is already stored. If not, a suitable connection path is determined and stored on the basis of stored network data.

None of the available documents describes or suggests a method of this kind. US-A-4 862 496 (hereinafter referred to as D1) describes a method in which several possible paths are statically stored together with the path to be switched to in the event that the first path is saturated.

Claim 11 concerns a device for implementing the method described in Claim 1.

Dependent Claims 2-10 and 12-17 describe advantageous embodiments of the invention.

Thus, all of the claims satisfy the requirements of PCT Article 33(2)-(4).



# VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS

## PCT

REC'D 26 MAY 2000

### INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

PCT



(Artikel 36 und Regel 70 PCT)

Aktenzeichen des Anmelders oder Anwalts GR 98 P 1063 P	<b>WEITERES VORGEHEN</b> siehe Mitteilung über die Übersendung des internationalen vorläufigen Prüfungsbericht (Formblatt PCT/IPEA/416)	
Internationales Aktenzeichen PCT/DE98/03813	Internationales Anmeldedatum (Tag/Monat/Jahr) 29/12/1998	Prioritätsdatum (Tag/Monat/Jahr) 23/01/1998
Internationale Patentklassifikation (IPK) oder nationale Klassifikation und IPK H04Q3/66		
Anmelder SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT et al.		

1. Dieser internationale vorläufige Prüfungsbericht wurde von der mit der internationale vorläufigen Prüfung beauftragte Behörde erstellt und wird dem Anmelder gemäß Artikel 36 übermittelt.
2. Dieser BERICHT umfaßt insgesamt 4 Blätter einschließlich dieses Deckblatts.  
☒ Außerdem liegen dem Bericht ANLAGEN bei; dabei handelt es sich um Blätter mit Beschreibungen, Ansprüchen und/oder Zeichnungen, die geändert wurden und diesem Bericht zugrunde liegen, und/oder Blätter mit vor dieser Behörde vorgenommenen Berichtigungen (siehe Regel 70.16 und Abschnitt 607 der Verwaltungsrichtlinien zum PCT).  
Diese Anlagen umfassen insgesamt 23 Blätter.

3. Dieser Bericht enthält Angaben zu folgenden Punkten:

- I ☒ Grundlage des Berichts
- II ☐ Priorität
- III ☐ Keine Erstellung eines Gutachtens über Neuheit, erfinderische Tätigkeit und gewerbliche Anwendbarkeit
- IV ☐ Mangelnde Einheitlichkeit der Erfindung
- V ☒ Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderische Tätigkeit und der gewerbliche Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung
- VI ☐ Bestimmte angeführte Unterlagen
- VII ☐ Bestimmte Mängel der internationalen Anmeldung
- VIII ☐ Bestimmte Bemerkungen zur internationalen Anmeldung

Datum der Einreichung des Antrags 20/07/1999	Datum der Fertigstellung dieses Berichts 22.05.2000
Name und Postanschrift der mit der internationalen vorläufigen Prüfung beauftragten Behörde:  Europäisches Patentamt D-80298 München Tel. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Bevollmächtigter Bediensteter Radoglou, A Tel. Nr. +49 89 2399 8984 

# INTERNATIONALER VORLÄUFIGER PRÜFUNGSBERICHT

Internationales Aktenzeichen PCT/DE98/03813

## I. Grundlage des Berichts

1. Dieser Bericht wurde erstellt auf der Grundlage (*Ersatzblätter, die dem Anmeldeamt auf eine Aufforderung nach Artikel 14 hin vorgelegt wurden, gelten im Rahmen dieses Berichts als "ursprünglich eingereicht" und sind ihm nicht beigelegt, weil sie keine Änderungen enthalten.*):

### Beschreibung, Seiten:

1-17                      eingegangen am                      21/12/1999    mit Schreiben vom                      21/12/1999

### Patentansprüche, Nr.:

1-17                      eingegangen am                      21/12/1999    mit Schreiben vom                      21/12/1999

### Zeichnungen, Blätter:

1/3-3/3                      ursprüngliche Fassung

2. Aufgrund der Änderungen sind folgende Unterlagen fortgefallen:

- ☐ Beschreibung,                      Seiten:
- ☐ Ansprüche,                      Nr.:
- ☐ Zeichnungen,                      Blatt:

3. ☐ Dieser Bericht ist ohne Berücksichtigung (von einigen) der Änderungen erstellt worden, da diese aus den angegebenen Gründen nach Auffassung der Behörde über den Offenbarungsgehalt in der ursprünglich eingereichten Fassung hinausgehen (Regel 70.2(c)):

4. Etwaige zusätzliche Bemerkungen:

## V. Begründete Feststellung nach Artikel 35(2) hinsichtlich der Neuheit, der erfinderischen Tätigkeit und der gewerblichen Anwendbarkeit; Unterlagen und Erklärungen zur Stützung dieser Feststellung

### 1. Feststellung

Neuheit (N)	Ja: Ansprüche	1-17
	Nein: Ansprüche	
Erfinderische Tätigkeit (ET)	Ja: Ansprüche	1-17
	Nein: Ansprüche	
Gewerbliche Anwendbarkeit (GA)	Ja: Ansprüche	1-17
	Nein: Ansprüche	

**2. Unterlagen und Erklärungen**

**siehe Beiblatt**

**Zu Abschnitt V:**

Anspruch 1 beschreibt ein Verfahren zum Ermitteln eines geeigneten Verbindungspfads in einem Netzwerk, wobei mögliche Verbindungspfade zwischen Netzknoten dynamisch ermittelt und gespeichert werden. Dabei wird zuerst festgestellt, ob ein geeigneter Verbindungspfad bereits gespeichert ist. Wenn nicht, wird ein solcher anhand gespeicherter Netzdaten ermittelt und abgespeichert.

Keines der verfügbaren Dokumente beschreibt ein solches Verfahren oder legt es nahe. Das Dokument US-A-4 862 496 (im folgenden D1 genannt) beschreibt ein Verfahren, bei dem bereits mehrere mögliche Pfade statisch abgespeichert sind und auf welchen Pfad im Falle einer Überlast des primären Pfades ausgewichen werden soll.

Anspruch 11 beansprucht eine zu dem Verfahren gemäß Anspruch 1 korrespondierende Vermittlungseinrichtung.

Die abhängigen Ansprüche 2-10 und 12-17 beschreiben vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

Somit erfüllen alle Ansprüche die Erfordernisse des Artikels 33(2)-(4) PCT.

GR 98 P 1063

1

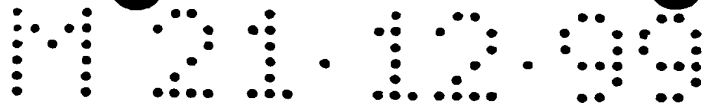
## Beschreibung

Verfahren und Ermittlungseinrichtung zur Durchführung des  
Verfahrens zum Ermitteln eines Verbindungspfads in einem  
5 Kommunikationsnetz

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln  
eines Verbindungspfads in einem Kommunikationsnetz sowie eine  
entsprechende Vermittlungseinrichtung zum Einsatz in Kommuni-  
10 kationsnetzen, insbesondere in Kommunikationsnetzen mit  
hierarchisch kompletter Verbindungspfadermittlung.

Bekannterweise bestehen Kommunikationsnetze aus einer Vielzahl  
von Netz- oder Vermittlungsknoten, die gemäß einer bestimmten  
15 Netztopologie miteinander verbunden sind. An einige dieser  
Netzknoten können Teilnehmer-Endgeräte als benutzerspezifische  
Anschlußeinheiten eines Kommunikationsnetzes angeschlossen  
sein, während andere dieser Netzknoten lediglich als  
Transferknoten, d.h. zur Weiterleitung von  
20 Kommunikationsinformationen dienen.

Fig. 3a zeigt beispielhaft den Aufbau einer binärartigen Kom-  
munikationsnetzstruktur. Gemäß Fig. 3a umfaßt das beispielhaft  
dargestellte Kommunikationsnetz insgesamt zehn Netzknoten  $K_1 -$   
25  $K_{10}$ . An die Netzknoten  $K_1 - K_4$  sind jeweils mehrere Teilnehmer-  
Endgeräte  $EG_{11} - EG_{43}$  angeschlossen. Diese Netzknoten  $K_1 - K_4$   
bilden die unterste Hierarchiestufe des in Fig. 3a gezeigten  
Kommunikationsnetzes und werden als lokale Netzknoten bezeich-  
net. Die lokalen Netzknoten  $K_1 - K_4$  sind über die weiteren  
30 Netzknoten  $K_5 - K_{10}$  mittels entsprechender Verbindungspfade  
miteinander verbunden. An die Netzknoten  $K_5 - K_{10}$  sind gemäß  
dem in Fig. 3a dargestellten Beispiel keine Teilnehmer-Endge-  
räte angeschlossen, so daß diese Netzknoten lediglich als  
Transfer- oder Vermittlungsknoten dienen. Die Netzknoten  $K_5 -$   
35  $K_7$  entsprechen regionalen Netzknoten und dienen zur Verbindung  
der lokalen Netzknoten  $K_1$  und  $K_2$ ,  $K_2$  und  $K_3$  bzw.  $K_3$  und  $K_4$ . Die



GR 98 P 1063

Netzknoten  $K_8$  und  $K_9$  dienen entsprechend zur Verbindung der regionalen Netzknoten  $K_5$  und  $K_6$  bzw.  $K_6$  und  $K_7$  und werden als überregionale Netzknoten bezeichnet. Die oberste Hierarchiestufe des in Fig. 3a gezeigten Kommunikationssystems bildet schließlich die Knotenzentrale  $K_{10}$ , welche die überregionalen Netzknoten  $K_8$  und  $K_9$  miteinander verbindet. Wird beispielsweise von dem Teilnehmer-Endgerät  $EG_{12}$  der Teilnehmer  $EG_{42}$  angerufen, muß ausgehend von dem lokalen Netzknoten  $K_1$  zu dem lokalen Ziel-Netzknoten  $K_4$  des angerufenen Teilnehmers ein Verbindungspfad bzw. Verbindungsweg über das Kommunikationsnetz aufgebaut werden. Dabei gibt es gemäß dem in Fig. 3a gezeigten Kommunikationsnetz mehrere Verbindungsmöglichkeiten. Eine Verbindung könnte beispielsweise über die Netzknoten  $K_1 - K_5 - K_8 - K_{10} - K_9 - K_7 - K_4$  führen. Eine weitere Verbindungsmöglichkeit wäre der Verbindungspfad über die  $K_1 - K_5 - K_2 - K_6 - K_3 - K_7 - K_4$  usw.. Die einzelnen Netzknoten  $K_1 - K_{10}$  sind durch Vermittlungseinrichtungen gebildet, deren Aufgabe es unter anderem ist, den geeigneten Verbindungspfad von einem anrufenden Endgerät zu einem angerufenen Endgerät zu ermitteln und die entsprechende Verbindung aufzubauen.

Während Fig. 3a eine baumartige Kommunikationsnetzstruktur darstellt, zeigt Fig. 3b eine würfelartige Kommunikationsnetzstruktur, wobei insbesondere jeweils drei Netzknoten  $K_1 - K_3$  eine Netzknotengruppe bilden, die über entsprechende Verbindungsleitungen mit einer benachbarten Netzknotengruppe, die ebenfalls aus drei Netzknoten besteht, verbunden ist. An jeden der in Fig. 3b dargestellten Netzknoten können wahlweise Endgeräte angeschlossen sein oder der entsprechende Netzknoten kann lediglich als Transferknoten ohne daran angeschlossene Endgeräte dienen.

Aufgrund des in letzter Zeit gestiegenen Bedürfnisses nach digitalen Kommunikationsnetzen mit großen Bandbreiten und hohen Übertragungsraten hat sich zur Datenübertragung in Kommunikationsnetzen das sogenannte ATM-Übermittlungsprinzip

11.12.99

GR 98 P 1063

3

(asynchronous transfer mode) durchgesetzt. Gemäß diesem ATM-Übermittlungsprinzip werden die zu übertragenden Daten in Form von sogenannten ATM-Zellen übermittelt, die aus einem Header und einem Informationsfeld bestehen. Der Header enthält

5 Adress- bzw. Steuerinformationen der entsprechenden ATM-Zelle, während das Informationsfeld die eigentliche Nutzinformation aufweist. Die in dem Header enthaltenen Adressinformationen werden für das Routing der Nutzinformation innerhalb des Kommunikationsnetzes verwendet. Die Datenübertragung von einem

10 Netzknoten zu einem anderen erfolgt optisch, d.h. über Lichtwellenleiter.

In Kommunikationsnetzen mit hierarchisch kompletter Pfadermittlung ist in den einzelnen Netzknoten die Netztopologie des

15 Kommunikationsnetzes gespeichert und somit bekannt. Damit ist jeder Netzknoten bzw. die entsprechende Vermittlungseinrichtung dieses Netzknotens beispielsweise darüber informiert, wie viele und welche andere Netzknoten in dem Kommunikationsnetz vorhanden sind, welche Verbindungsleitungen bzw. Verbindungspfade zwischen den einzelnen Netzknoten existieren und welche

20 Übertragungseigenschaften (z.B. Übertragungskapazitäten und Übertragungszustände) die entsprechenden Verbindungspfade besitzen. Somit ist im Prinzip jeder Netzknoten in der Lage, einen hierarchisch kompletten Verbindungspfad zu einem gewünschten Zielknoten des Kommunikationsnetzes zu ermitteln. In der

25 Regel wird der komplette Verbindungspfad von demjenigen Netzknoten festgelegt, an den das anrufende Endgerät angeschlossen ist (vgl. in Fig. 3a die Netzknoten  $K_1 - K_4$ ). Nach Erhalt der entsprechenden Verbindungsanfrage (z.B. zu dem in Fig. 3a dargestellten Endgerät  $EG_{42}$ ) ermittelt der Ausgangsknoten anhand der ihm zur Verfügung stehenden Informationen über das Kommunikationsnetz den gesamten Pfad durch das Kommunikationsnetz bis zu dem gewünschten Zielknoten. Nach Festlegung des geeigneten Verbindungspfads erzeugt der Ausgangsknoten bzw. dessen

30 Vermittlungseinrichtung ein Informationselement, in dem die einzelnen entlang des festgelegten Verbindungspfad zu durch-

35

M 21.12.99

GR 98 P 1063

4

laufenden Netzknoten festgelegt sind. Zusätzlich können auch bereits die Verbindungsleitungen (Ports) in dem Informations-  
element festgelegt sein. Dieses Informationselement wird  
zusammen mit einem Zeiger (Pointer) an die einzelnen an dem  
5 festgelegten Verbindungspfad beteiligten Netzknoten  
übermittelt, wobei der Zeiger jeweils auf den nächsten anzu-  
laufenden Netzknoten verweist. Wird beispielsweise eine Ver-  
bindung von dem in Fig. 3a gezeigten Endgerät EG<sub>12</sub> zu dem End-  
gerät EG<sub>42</sub> gewünscht und hat der Ausgangsknoten K<sub>1</sub> für diese  
10 Verbindung die Route K<sub>1</sub> - K<sub>5</sub> - K<sub>2</sub> - K<sub>6</sub> - K<sub>3</sub> - K<sub>7</sub> - K<sub>7</sub> - K<sub>4</sub> ausge-  
wählt, sind in dem entsprechenden Informationselement in Form  
eines Stack-Speichers nacheinander die einzelnen anzulaufenden  
Netzknoten K<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>, K<sub>6</sub>, K<sub>3</sub>, K<sub>7</sub> und K<sub>4</sub> abgelegt, wobei zunächst  
der Zeiger des Informationselements auf den Netzknoten K<sub>5</sub>  
15 zeigt.

Um die Verbindungsaufbauzeiten relativ kurz zu halten werden  
in den einzelnen Netzknoten die Verbindungspfade zu jedem po-  
tentiellen Zielknoten des Kommunikationsnetzes im voraus er-  
20 mittelt und abgespeichert. Wegen der verschiedenen Qualitäts-  
anforderungen (z.B. Bandbreite, Verzögerung usw.) eines Ver-  
bindungswunsches bzw. einer Verbindungsanfrage und aufgrund  
der steigenden Komplexität der Kommunikationsnetze können in  
der Regel nicht alle möglichen Verbindungspfade von einem Aus-  
25 gangsknoten zu einem Zielknoten im voraus berechnet und abge-  
speichert werden. Zum einen besteht dabei die Gefahr eines  
Speicherplatzmangels, zum anderen werden in der Regel bei wei-  
tem nicht alle möglichen Alternativpfade auch tatsächlich in  
Anspruch genommen. Des weiteren erhöht sich die für einen Ver-  
30 bindungsaufbau benötigte Zeit, falls sämtliche mögliche Alter-  
nativpfade vor dem eigentlichen Verbindungsaufbau durchsucht  
werden müssen bis der schließlich geeignete Verbindungspfad  
gefunden werden konnte. Erfüllen andererseits nicht alle vor-  
ausberechneten Verbindungspfade die Anforderungen eines Ver-  
35 bindungswunsches (beispielsweise bezüglich der Bandbreite oder  
Übertragungsrate), muß erst anhand der zur Verfügung stehenden



M 21. 12. 99

GR 98 P 1063

5

- Netzinformationen ein geeigneter Verbindungspfad neu ermittelt werden. Abhängig von der Komplexität des Kommunikationsnetzes kann dies ein sehr zeitintensiver Vorgang sein, wodurch der Verbindungsaufbau erheblich verzögert bzw. sogar gefährdet werden kann. Als Kompromiß werden daher in jedem Netzknoten lediglich eine bestimmte Anzahl von Standard-Verbindungspfaden gespeichert. Zu diesem Zweck werden für die einzelnen Verbindungspfade zu jedem Netzknoten des Kommunikationsnetzes bezüglich der Qualitätsanforderungen des entsprechenden Verbindungswunsches Standardwerte angenommen, und es wird beispielsweise zu jedem potentiellen Zielknoten lediglich der/die jeweils kürzeste/n Verbindungspfad/e berechnet und abgespeichert. Bei einem anstehenden Verbindungswunsch werden nun alle vorausberechneten und abgespeicherten Verbindungspfade dahingehend überprüft, ob sie die Qualitätsanforderungen des anstehenden Verbindungswunsches erfüllen. Erfüllt einer der vorausberechneten Verbindungspfade die Qualitätsanforderungen, wird dieser für den Verbindungsaufbau zu dem gewünschten Zielknoten verwendet. Erfüllt jedoch keiner der vorausberechneten Verbindungspfade die entsprechenden Qualitätsanforderungen, wird anhand der gespeicherten Netztopologiedaten ein geeigneter Alternativpfad zu dem gewünschten Zielknoten ermittelt und für den Verbindungsaufbau verwendet.
- Die zuvor beschriebene Vorgehensweise hat jedoch den Nachteil, daß abhängig von dem anstehenden Verbindungswunsch weiterhin relativ lange Verbindungsaufbauzeiten nicht auszuschließen sind, da lediglich eine relativ geringe Anzahl von Standard-Verbindungspfaden vorausberechnet und abgespeichert ist, so daß für den Fall, daß keiner dieser vorausberechneten Standard-Verbindungspfade die Qualitätsanforderungen einer gewünschten Verbindung erfüllen kann, gegebenenfalls erst ein geeigneter Alternativpfad ermittelt werden muß, was abhängig von der Komplexität des Kommunikationsnetzes zum Teil sehr zeitintensiv sein kann.

11.12.99

GR 98 P 1063

6

Desweiteren ist aus der US-Patenschrift US-A-4 862 496 ein Verfahren bekannt, daß zur Verkehrslenkung in einem leitungsvermittelnden Kommunikationsnetz insbesondere beim Aufbau einer Verbindung zwischen benachbarten

- 5 Vermittlungsknoten anhand von in den jeweiligen Vermittlungsknoten vorgegebenen weiteren Verbindungspfaden einen Zweitweg auswählt, wobei beim Auftreten einer Überlast auf dem bevorzugten Verbindungspfad die zu vermittelnde Verbindung verworfen wird und einer der vorgegebenen weiteren
- 10 Verbindungspfade als aktueller Alternativ-Verbindungspfad ausgewählt wird. Ist beispielsweise der für den Verbindungsaufbau vorgesehene Direktweg zwischen einem ersten Netzknoten und einem benachbarten zweiten Netzknoten überlastet, so kann über den im ersten Netzknoten vorgegebenen
- 15 aktuellen Alternativ-Verbindungspfad die Verbindung aufgebaut werden. Derartige Verkehrslenkungsverfahren für leitungsvermittelnde Kommunikationsnetze werden in Fachkreisen der Gattung der „Hop-by-Hop-Routing“-Verfahren zugeordnet.
- 20 Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein verbessertes Verfahren zum Ermitteln eines Verbindungspfade in einem Kommunikationsnetz sowie eine entsprechende Vermittlungseinrichtung für ein Kommunikationsnetz zu schaffen, wobei die für den Aufbau einer gewünschten Verbindung be-
- 25 nötigte Zeit verkürzt werden kann.

- Diese Aufgabe wird gemäß der vorliegenden Erfindung durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruches 1 sowie eine Vermittlungseinrichtung mit den Merkmalen des Anspruches 11 ge-
- 30 löst. Die Unteransprüche beschreiben vorteilhafte Ausgestaltungen der vorliegenden Erfindung, die ihrerseits zu einer weiteren Verkürzung der Verbindungsaufbauzeiten bzw. zur Gewährleistung der Ermittlung eines geeigneten Verbindungspfad beitragen.

35

11.12.99

GR 98 P 1063

7

- Gemäß der vorliegenden Erfindung wird ein dynamischer Verbindungspfadsspeicher angelegt. Dieser Verbindungspfadsspeicher wird bei Anliegen eines Verbindungswunsches bzw. einer Verbindungsanfrage nach einem geeigneten Verbindungspfad zu dem gewünschten Zielknoten durchsucht. Erfüllen die gespeicherten Verbindungspfade nicht die Anforderungen des Verbindungswunsches, wird anhand der gespeicherten Netztopologiedaten ein geeigneter Alternativpfad zu dem gewünschten Zielknoten ermittelt und in den dynamischen Verbindungspfadsspeicher eingetragen, wobei die in dem dynamischen Verbindungspfadsspeicher abgelegten Verbindungspfade über die Verbindungsdauer hinaus in der entsprechenden Vermittlungseinrichtung gespeichert bleiben.
- 15 Dieser dynamische Verbindungspfadsspeicher kann alternativ oder zusätzlich zu dem eingangs beschriebenen Speicher mit vorausberechneten Standard-Verbindungspfaden vorhanden sein. Ist der dynamische Verbindungspfadsspeicher zusätzlich zu dem Speicher mit vorausberechneten Standard-Verbindungspfaden vorhanden, wird bei Eingehen einer Verbindungsanfrage zunächst der Speicher mit vorausberechneten Standard-Verbindungspfaden nach einem geeigneten Verbindungspfad zu dem gewünschten Zielknoten durchsucht, der auch die Anforderungen des Verbindungswunsches erfüllt. Sind sämtliche vorausberechneten Standard-Verbindungspfade für den anstehenden Verbindungswunsch ungeeignet, werden im nächsten Schritt die in dem dynamischen Verbindungspfadsspeicher gespeicherten Verbindungspfade durchsucht. Befindet sich zu diesem Zeitpunkt in dem dynamischen Verbindungspfadsspeicher noch kein Eintrag bzw. ist auch in dem dynamischen Verbindungspfadsspeicher kein geeigneter Verbindungspfad abgelegt, der die Anforderungen des Verbindungswunsches erfüllt, wird anhand der gespeicherten Netztopologiedaten ein geeigneter Alternativpfad ermittelt und in den dynamischen Verbindungspfadsspeicher eingetragen. Anschließend wird dieser Verbindungspfad für den Verbindungsaufbau verwendet.

11.21.12.99

GR 98 P 1063

8

Der dynamische Verbindungspfadspeicher kann eine vorgegebene maximale Anzahl von zielknotenspezifischen Speicherplätzen aufweisen. Soll ein neuer Verbindungspfad in den dynamischen Verbindungspfadspeicher eingetragen werden und sind bereits  
5 sämtliche  $n$  Speicherplätze belegt, kann beispielsweise der sich am längsten im dynamischen Verbindungspfadspeicher befindliche Verbindungspfad überschrieben werden. Ebenso ist es möglich, den am wenigsten häufig benutzten Verbindungspfad zu überschreiben. Entfällt ein in dem dynamischen  
10 Verbindungspfadspeicher gespeicherter Verbindungspfad bzw. wird dieser ungültig, z.B. weil benutzte Teilstrecken oder Netzknoten ausgefallen sind, wird der entsprechende Verbindungspfad aus dem dynamischen Pfadspeicher entfernt, d.h. gelöscht.

15 Die maximale Anzahl  $n$  der Speicherplätze des dynamischen Verbindungspfadspeichers kann fest vorgegeben oder einstellbar sein. Vorteilhaft ist es, die Anzahl der "Überläufe" pro festgelegter Zeiteinheit des dynamischen Verbindungspfadspeichers zu erfassen und davon abhängig die maximale Anzahl der  
20 Speicherplätze des dynamischen Verbindungspfadspeichers zu erhöhen. Durch eine Timersteuerung kann beispielsweise nach Ablauf einer bestimmten Zeitspanne die maximale Anzahl der zur Verfügung stehenden Speicherplätze nach einer Erhöhung wieder  
25 zurückgestellt werden.

Durch die erfindungsgemäß vorgeschlagene Verwendung eines dynamischen Pfadspeichers wird in dem entsprechenden Netzknoten, d.h. der entsprechenden Vermittlungseinrichtung, des Kommunikationsnetzes eine sich selbst optimierende Verbindungspfadta-  
30 belle angelegt. Auf diese Weise wird sichergestellt, daß die Speicherressourcen vor Verbindungspfaden, die nur selten oder gar nicht benutzt werden, verschont bleiben. Des weiteren ist lediglich die Berechnung von wenigen bzw. überhaupt keinen  
35 vorausberechneten Standard-Verbindungspfaden erforderlich. Aufgrund der Verwendung des dynamischen Verbindungspfadspei-

11.12.99

GR 98 P 1063

9

chers verkürzen sich die Verbindungsaufbauzeiten im Mittel, da infolge des dynamischen Verbindungspfadspeichers die Wahrscheinlichkeit erheblich zunimmt, daß für einen eingehenden Verbindungswunsch ein bereits geeigneter Verbindungspfad zur  
5 Verfügung steht.

Die vorliegende Erfindung läßt sich sowohl auf Breitbandnetze als auch auf Schmalbandnetze anwenden und ist von dem jeweils zur Datenübertragung verwendeten Kommunikationsstandard  
10 unabhängig.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand bevorzugter Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:  
15

Fig. 1 ein schematisches Blockschaltbild des Aufbaus eines ersten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Vermittlungseinrichtung,

20 Fig. 2 ein schematisches Blockschaltbild des Aufbaus eines zweiten Ausführungsbeispiels der erfindungsgemäßen Vermittlungseinrichtung, und

Fig. 3a und 3b beispielhafte Kommunikationsnetzstrukturen.  
25

Fig. 1 zeigt eine Vermittlungseinrichtung 1, die Bestandteil jedes Netzknotens eines Kommunikationsnetzes ist, welches beispielsweise wie in Fig. 3a oder 3b strukturiert sein kann. Die Vermittlungseinrichtung 1 umfaßt mehrere Anschlußeinheiten 2,  
30 die jeweils mit einem Teilnehmer-Endgerät oder einer anderen Vermittlungseinrichtung eines anderen Netzknotens verbunden sind. Die Anschlußeinheiten 2 wandeln die ankommenden Informationen in intern zu verarbeitende digitale Datenworte um. Des weiteren weist die Vermittlungseinrichtung 1 eine Schalt- oder  
35 Koppeleinrichtung 3 auf, die dazu dient, zwischen den einzelnen Anschlußeinheiten 2 der Vermittlungseinrichtung 1 eine

M 21.12.99

GR 98 P 1063

10

physikalische Verbindung zur Übertragung von Daten zwischen den mit den entsprechenden Anschlußeinheiten 2 verbundenen Pfaden herzustellen. Die Koppereinrichtung 3 umfaßt eine Vielzahl von einzelnen Kopperelementen, die ein Schalt- oder Koppelnetz (switching network) bilden. Die Koppereinrichtung 3 ist die eigentliche Vermittlungsstelle der Vermittlungseinrichtung 1. Des weiteren umfaßt die Vermittlungseinrichtung 1 eine beispielsweise in Form eines Mikroprozessors ausgestaltete Steuereinheit 4, welche das Herz der Vermittlungseinrichtung 1 bildet und sowohl zur Ansteuerung und Überwachung der einzelnen Anschlußeinheiten 2 als auch der Koppereinrichtung 3 dient. Unter anderem sorgt die Steuereinheit 4 für die Synchronisation der einzelnen Anschlußeinheiten 2 auf den internen Takt der Vermittlungseinrichtung 1 und zur Festlegung der durch die Koppereinrichtung 3 zu realisierenden physikalischen Verbindungen zwischen den einzelnen Anschlußeinheiten 2. Die Steuereinheit 4 legt somit fest, über welchen Pfad bzw. über welche Anschlußeinheit 2 die über eine andere Anschlußeinheit 2 empfangenen Kommunikationsdaten weitergeleitet bzw. ausgegeben werden sollen.

Des weiteren umfaßt die in Fig. 1 gezeigte Vermittlungseinrichtung 1 einen ersten Speicher 7, in dem die Daten der Netztopologie des entsprechenden Kommunikationsnetzes umfassend gespeichert sind. Insbesondere ist in diesem ersten Speicher 7 gespeichert, wie viele und welche andere Netzknoten das Kommunikationsnetz aufweist, welche Verbindungsleitungen bzw. Verbindungspfade zwischen den einzelnen Netzknoten existieren und welche Übertragungseigenschaften (wie z.B. Übertragungskapazitäten oder Übertragungszustände) diese Übertragungspfade aufweisen usw..

In einem zweiten Speicher 6 sind die bereits zuvor erläuterten vorausberechneten Standard-Verbindungspfade zu den einzelnen potentiellen Zielknoten des Kommunikationsnetzes gespeichert. Wie bereits erläutert worden ist, ist es gemäß dem Stand der

M 21.12.99

GR 98 P 1063

11

Technik bekannt, zu den einzelnen potentiellen Zielknoten des Kommunikationsnetzes bestimmte Standard-Verbindungspfade vorauszuberechnen, wobei diese Standard-Verbindungspfade beispielsweise jeweils dem kürzesten Verbindungspfad von der Vermittlungseinrichtung 1 zu einem anderen potentiellen Zielknoten des Kommunikationsnetzes entsprechen können. Somit sind in dem zweiten Speicher 6 zielknotenspezifisch bestimmte Standard-Verbindungspfade sowie die entsprechenden Verbindungsparameter bzw. Verbindungseigenschaften (wie z.B. Übertragungskapazität oder Übertragungszustand) gespeichert. Es ist jedoch nicht unbedingt erforderlich, in dem zweiten Speicher 6 die Verbindungsparameter zu jedem Verbindungspfad zu speichern, da diese Informationen im Prinzip bereits in dem ersten Speicher 7 abgelegt sind. Um jedoch die Verbindungsaufbauzeiten möglichst gering zu halten, ist es vorteilhaft, zu jedem in dem zweiten Speicher 6 abgelegten Verbindungspfad zugleich die entsprechenden Verbindungsparameter bzw. Verbindungseigenschaften abzulegen. Bei dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel wird davon ausgegangen, daß das entsprechende Kommunikationsnetz neben der Vermittlungseinrichtung 1 weitere N andere Vermittlungseinrichtungen aufweist, die als potentielle Zielknoten für eine Kommunikationsverbindung mit der Vermittlungseinrichtung 1 dienen. Zu jedem potentiellen Zielknoten können eine oder mehrere Standard-Verbindungspfade abgespeichert sein.

Die Vermittlungseinrichtung 1 umfaßt zudem einen dritten Speicher 5, welcher als dynamischer Verbindungspfadspeicher dient. Dieser Speicher 5 ist bei Erstinbetriebnahme der Vermittlungseinrichtung 1 zunächst leer.

Die Funktion der in Fig. 1 gezeigten Vermittlungseinrichtung bzw. deren Steuereinheit 4 ist folgendermaßen.

Wird über eine der Anschlußeinheiten 2 eine Verbindungsanfrage bzw. ein Verbindungswunsch empfangen, muß die Steuereinheit 4

GEÄNDERTES BLATT

M 21.12.99

GR 98 P 1063

12

vor Aufbau der entsprechenden Verbindung zunächst eine geeigneten Verbindungspfad zu dem gewünschten Zielknoten ermitteln, wobei dieser Verbindungspfad insbesondere gegebenenfalls benutzerspezifisch vorgegebenen Qualitätsanforderungen an die gewünschte Verbindung (z.B. Bandbreite, Übertragungsrate usw.) gerecht werden muß. Zu diesem Zweck durchsucht die Steuereinheit 4 zunächst die im zweiten Speicher 6 abgelegten Standard-Verbindungspfade zu dem gewünschten Zielknoten. Anhand der ebenfalls im zweiten Speicher 6 abgelegten

10 Verbindungseigenschaften der entsprechenden Standard-Verbindungspfade zu dem gewünschten Zielknoten kann die Steuereinheit 4 feststellen, ob der zweite Speicher 6 einen für die gewünschten Verbindungseigenschaften geeigneten Verbindungspfad zu dem gewünschten Zielknoten aufweisen. Ist dies

15 der Fall, wird der entsprechende Verbindungspfad aus dem zweiten Speicher 6 ausgelesen und für den Verbindungsaufbau verwendet. Hat jedoch die Steuereinheit 4 keinen geeigneten Verbindungspfad zu dem gewünschten Zielknoten in dem zweiten Speicher 6 festgestellt, ermittelt die Steuereinheit 4 unter

20 Bezugnahme auf die im ersten Netztopologiespeicher 7 gespeicherten Netztopologiedaten einen geeigneten Verbindungspfad zu dem gewünschten Zielknoten, der insbesondere die Qualitätsanforderungen des Verbindungswunsches erfüllt.

25 Anschließend wird dieser von der Steuereinheit 4 ermittelte Alternativpfad in den dritten, dynamischen Verbindungspfadspeicher 5 eingetragen. Die Eintragung erfolgt zielknotenspezifisch und kann, wie in Fig. 1 gezeigt ist, auch die Verbindungsparameter bzw. Übertragungseigenschaften des entsprechenden ermittelten Verbindungspfads umfassen. Die

30 Eintragungen in den dritten, dynamischen Speicher 5 erfolgen dabei in der Reihenfolge der Ermittlung der entsprechenden Verbindungspfade durch die Steuereinheit 4. Vorteilhafterweise werden daher die ermittelten Verbindungspfade in dem dritten

35 Speicher 5 in Form eines FIFO-Stacks gespeichert. Wie Fig. 1



M 21. 12. 99

GR 98 P 1063

13

zu entnehmen ist, ist der dritte, dynamische Speicher 5 nicht auf eine Eintragung pro potentiellen Zielknoten beschränkt, sondern es können zu jedem Zielknoten mehrere Verbindungspfade (gegebenenfalls mit unterschiedlichen Übertragungseigenschaften) eingetragen werden. Nach Eintragung eines Verbindungspfad in den dritten Speicher 5 wird der entsprechende von der Steuereinheit 4 ermittelte Verbindungspfad für den Verbindungsaufbau zu dem gewünschten Zielknoten verwendet. Die Eintragungen in den dritten Speicher 5 bleiben auch über die Verbindungsdauer des jeweils entsprechenden Verbindungspfad hinaus in dem dritten Speicher 5 gespeichert.

Gehen anschließend weitere Verbindungswünsche bei der Vermittlungseinrichtung 1 ein, durchsucht die Steuereinheit 4 nicht nur die in dem zweiten Speicher 6 abgelegten, vorausberechneten Standard-Verbindungspfade zu dem gewünschten Zielknoten, sondern auch die in dem dritten, dynamischen Speicher 5 abgelegten Eintragungen. Erst wenn sowohl in dem zweiten Speicher 6 als auch in dem dritten, dynamischen Speicher 5 keine geeigneten Verbindungspfade zu dem gewünschten Zielknoten gefunden werden, ermittelt die Steuereinheit 4 wieder anhand der in dem zweiten Speicher 6 gespeicherten Netztopologiedaten einen geeigneten Verbindungspfad und trägt diesen anschließend in den dritten Speicher 5 ein.

Der Umfang des dritten Speichers 5 kann entweder fest vorgegeben oder variabel sein. Vor Eintragen eines neu ermittelten Verbindungspfad in den dritten Speicher 5 überwacht die Steuereinheit 4 regelmäßig die Speicherbelegung des dritten Speichers 5. Soll ein neu ermittelter Verbindungspfad in den dritten Speicher 5 eingetragen werden, obwohl bereits eine maximale Anzahl  $n$  von Speicherplätzen belegt ist, überschreibt die Steuereinheit gemäß dem in Fig. 1 gezeigten ersten Ausführungsbeispiel den am längsten in dem

11.12.99

GR 98 P 1063

14

5 dritten Speicher 5 gespeicherten Verbindungspfad. Ist  
inzwischen ein Verbindungspfad ungültig geworden, z. B. weil  
benutzte Teilstrecken oder Netzknoten ausgefallen sind, wird  
dieser Verbindungspfad gegebenenfalls sowohl aus dem Speicher  
6 als auch aus dem dritten Speicher 5 entfernt.

10 Durch die Verwendung des dritten, dynamischen Speichers 5  
können die Verbindungsaufbauzeiten im Durchschnitt verkürzt  
werden, da die Wahrscheinlichkeit erheblich zunimmt, daß  
entweder in dem zweiten Speicher 6 oder in dem dritten  
15 Speicher 5 ein geeigneter Verbindungspfad zur Verfügung steht.  
Insbesondere enthält der dritte Speicher 5 ausschließlich  
Einträge von Verbindungspfaden, die bereits bestimmte  
Qualitätsanforderungen einer entsprechenden Verbindungsanfrage  
erfüllt haben. Die Einträge des dritten Speichers 5 sind somit  
20 gegenüber den Einträgen des zweiten Speichers 6 qualitativ  
höherwertig und tragen daher zur Verkürzung der Verbindungs-  
aufbauzeiten bei, da sie die Wahrscheinlichkeit der Auffindung  
eines geeigneten Verbindungspfads deutlich steigern.

20 Nachdem die Steuereinheit 4 der Vermittlungseinrichtung 1 wie  
zuvor beschrieben einen geeigneten Verbindungspfad zu dem ge-  
wünschten Zielknoten ermittelt hat, erzeugt die Steuereinheit  
4 das bereits zuvor beschriebene Informationselement, in  
25 welchem die einzelnen Netzknoten des Kommunikationsnetzes,  
welche gemäß dem festgelegten Verbindungspfad zu durchlaufen  
sind, abgelegt sind. Dieses Informationselement wird von der  
Steuereinheit 4 über eine entsprechende Anschlußeinheit 2 an  
den ersten Netzknoten dieses Verbindungspfads übermittelt und  
30 umfaßt einen Zeiger (Pointer), der stets auf den als nächstes  
anzulaufenden Netzknoten des Kommunikationsnetzes zeigt. Der  
als erstes angelaufene Netzknoten des Kommunikationsnetzes  
setzt somit nach Empfang dieses Informationselements den  
Zeiger einen Netzknoten weiter.

35

11.12.99

GR 98 P 1063

15

Selbstverständlich kann die in Fig. 1 gezeigte Vermittlungseinrichtung 1 auch ohne den zweiten Speicher 6 mit den vorausberechneten und abgespeicherten Standard-Verbindungspfaden zu den einzelnen potentiellen Zielknoten des Kommunikationsnetzes verwendet werden. In diesem Fall durchsucht die Steuereinheit 4 bei Eingang einer Verbindungsanfrage ausschließlich die Einträge des dritten Speichers 5 und ermittelt anhand der in dem ersten Speicher 7 abgelegten Netztopologiedaten einen geeigneten Verbindungspfad, falls der dritte Speicher 5 keine geeigneten Verbindungspfadeinträge aufweist. Anschließend wird der neu ermittelte Verbindungspfad im dritten Speicher 5 abgelegt und steht für die Ermittlung eines neuen Verbindungspfads danach zur Verfügung.

15

Anhand des zweiten Speichers 6 wurde bereits erläutert, daß das Abspeichern der Verbindungsparameter des entsprechenden Verbindungspfads in dem zweiten Speicher 6 optional ist. Dies trifft auch auf die Einträge in dem dritten Speicher 5 zu.

Auch bezüglich des dritten Speichers 5 ist es im Prinzip ausreichend, wenn zu dem entsprechenden Zielknoten lediglich der ermittelte Verbindungspfad abgespeichert wird, da die dem Verbindungspfad entsprechenden Übertragungseigenschaften bzw. Verbindungsparameter bereits in dem ersten Speicher 7 abgelegt sind. Das Abspeichern der Verbindungsparameter zusammen mit dem entsprechenden Verbindungspfad in dem dritten Speicher 5 ist jedoch vorteilhaft, da die Steuereinheit 4 anschließend bei der Ermittlung eines neuen Verbindungspfads nicht zusätzlich auf die Einträge in dem ersten Speicher 7 zugreifen muß, um die entsprechenden Übertragungseigenschaften des jeweiligen Verbindungspfads festzustellen.

35

Fig. 2 zeigt ein zweites Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vermittlungseinrichtung.

421.12.99

GR 98 P 1063

16

Die in Fig. 2 gezeigte Vermittlungseinrichtung 1 sowie deren Funktion entspricht im wesentlichen der in Fig. 1 gezeigten Vermittlungseinrichtung. Gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel umfaßt jedoch die Vermittlungseinrichtung 1 zudem einen Über-

5 laufzähler 8. Dieser Überlaufzähler 8 erfaßt die Anzahl der Überlauffälle des dritten, dynamischen Verbindungspfadspeichers 5. Das heißt, der Zählerstand des Überlaufzählers 8 wird stets um 1 erhöht, falls die Steuereinheit 4 einen neuen Verbindungspfad in den dritten

10 Speicher 5 eintragen will, obwohl bereits eine der vorgegebenen maximalen Anzahl n entsprechende Zahl von Verbindungspfaden abgespeichert ist. Anhand des Zählerstands des Überlaufzählers 8 kann die Steuereinheit die Anzahl der "Überläufe" des dritten Speichers 5 während einer festgelegten

15 Zeitspanne feststellen und davon abhängig den Speicherumfang des dritten Speichers 5 entsprechend anpassen, d. h. die maximale Anzahl n der Eintragungen des Speichers 5 erhöhen oder erniedrigen. Wurde die maximale Anzahl n der Eintragungen des dritten Speichers 5 erhöht oder erniedrigt, kann gemäß

20 einer Variante des in Fig. 2 gezeigten zweiten Ausführungsbeispiels die Steuereinheit 4 nach Ablauf einer entsprechenden Zeitspanne den maximalen Speicherumfang n des dritten Speichers 5 wieder auf den ursprünglichen Wert zurückstellen.

25 Eine weitere Besonderheit des in Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiels ist die Tatsache, daß die Steuereinheit 4 zusätzlich zu den in Fig. 1 gezeigten Daten auch die Benutzungshäufigkeit jedes in dem dritten Speicher 5 abgelegten Verbindungspfads

30 abspeichert. Dies bedeutet, daß die Steuereinheit 4 bei Verwendung eines in dem dritten Speicher 5 gespeicherten Verbindungspfads einen ebenfalls in dem dritten Speicher 5 gespeicherten Zähler dieses Verbindungspfads um 1 erhöht. Diese Variante ermöglicht es der Steuereinheit 4, den am

35 wenigsten häufig benutzten Verbindungspfad des dritten Speichers 5 mit einem neu ermittelten Verbindungspfad zu

überschreiben, falls bereits die maximale Anzahl n der Speicherplätze des dritten Speichers 5 belegt ist.

- Insbesondere infolge der Überwachung der Benutzungshäufigkeit jedes in dem dritten Speicher 5 abgelegten Verbindungspfad wird durch den dritten Speicher 5 eine sich selbst optimierende Verbindungspfadtablelle gebildet. Die Qualität der Eintragungen des dritten Speichers 5 steigt mit der Betriebsdauer der Vermittlungseinrichtung 1 bzw. mit der Anzahl der bei der Vermittlungseinrichtung 1 eingehenden Verbindungsanfragen. Durch diese sich selbst optimierende Verbindungspfadtablelle ist gewährleistet, daß Verbindungs-pfade, die nur selten oder gar nicht benutzt werden, in dem dritten, dynamischen Speicher 5 nicht über eine längere Zeit gespeichert bleiben.

- Durch die Verwendung des dritten, dynamischen Speichers 5, d. h. eines Speichers, dessen Inhalt sich mit Betriebsdauer der Vermittlungseinrichtung dynamisch verändert, brauchen nur noch wenige bzw. gegebenenfalls überhaupt keine Standard-Verbindungspfade vorausberechnet und (in dem zweiten Speicher 6) gespeichert werden.

M 21.12.99

GR 98 P 1063

18

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Ermitteln eines Verbindungspfads in einem Kommunikationsnetz,

5 umfassend die Schritte:

a) Feststellen, ob bereits ein geeigneter Verbindungspfad zu einem gewünschten Zielknoten des Kommunikationsnetzes gespeichert ist,

10 b) falls im Schritt a) noch kein geeigneter gespeicherter Verbindungspfad festgestellt worden ist, Ermitteln eines geeigneten Verbindungspfad zu dem gewünschten Zielknoten anhand gespeicherter Netzdaten, welche das Kommunikationsnetz beschreiben, und Abspeichern des Verbindungspfads, so daß dieser für eine neue Ermittlung eines Verbindungspfad in dem Schritt a)  
15 zur Verfügung steht, und

c) Übermitteln von dem im Schritt a) oder b) ermittelten Verbindungspfad entsprechenden Pfadinformationen an Netzknoten, die Bestandteil des ermittelten Verbindungspfads sind, um den ermittelten Verbindungspfad zu dem gewünschten Zielknoten auf-  
20 zubauen.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

**dadurch gekennzeichnet,**

25 daß in dem Schritt a) oder b) ein Verbindungspfad zu dem gewünschten Zielknoten dann als geeigneter Verbindungspfad angesehen wird, falls der entsprechende Verbindungspfad von einem Ausgangsknoten des Kommunikationsnetzes zu dem gewünschten Zielknoten führt und bestimmte Übertragungseigenschaften für eine Datenübertragung zu dem Zielknoten erfüllt.

30

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

**dadurch gekennzeichnet,**

35 daß mehrere Standard-Verbindungspfade zu bestimmten Netzknoten des Kommunikationsnetzes im voraus fest gespeichert sind, die in dem Schritt a) zusammen mit zuvor gemäß dem Schritt b) er-

mittelten und abgespeicherten Verbindungspfaden überprüft werden.

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,

5 **dadurch gekennzeichnet,**

daß lediglich eine bestimmte maximale Anzahl (n) von ermittelten Verbindungspfaden in dem Schritt b) abgespeichert wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4,

10 **dadurch gekennzeichnet,**

daß bei Ermittlung eines neuen geeigneten Verbindungspfades in dem Schritt b) der am längsten gemäß dem Schritt b) zuvor abgespeicherte Verbindungspfad gelöscht wird, falls bereits zuvor eine der maximalen Anzahl (n) entsprechende Anzahl von  
15 Verbindungspfaden gemäß dem Schritt b) ermittelt und abgespeichert worden ist.

6. Verfahren nach Anspruch 4,

**dadurch gekennzeichnet,**

20 daß bei Ermittlung eines neuen geeigneten Verbindungspfades in dem Schritt b) der am wenigsten gemäß dem Schritt c) benutzte und zuvor gemäß dem Schritt b) abgespeicherte Verbindungspfad gelöscht wird, falls bereits zuvor eine der maximalen Anzahl (n) entsprechende Anzahl von Verbindungspfaden gemäß dem  
25 Schritt b) ermittelt und abgespeichert worden ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 4.-6,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß die maximale Anzahl (n) der gemäß dem Schritt b) abspeicherbaren Verbindungspfade variabel ist.  
30

8. Verfahren nach Anspruch 7,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß die Anzahl der Überlauffälle gezählt wird, bei denen ein  
35 neuer Verbindungspfad gemäß dem Schritt b) ermittelt worden ist und abgespeichert werden soll, obwohl bereits zuvor eine

11.12.99

GR 98 P 1063

20

der maximalen Anzahl (n) entsprechende Anzahl von Verbindungspfeilen gemäß dem Schritt b) ermittelt und abgespeichert worden ist, und

5 daß die maximale Anzahl (n) der gemäß dem Schritt b) abspeicherbaren Verbindungspfade abhängig von der Anzahl der Überläuffälle eingestellt wird.

9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8,  
**dadurch gekennzeichnet,**

10 daß für den Fall, daß ein neuer Verbindungspfad gemäß Schritt b) ermittelt worden ist und abgespeichert werden soll, obwohl bereits zuvor eine der maximalen Anzahl (n) entsprechende Anzahl von Verbindungspfeilen gemäß dem Schritt b) ermittelt und abgespeichert worden ist, die maximale Anzahl (n) der gemäß  
15 dem Schritt b) abspeicherbaren Verbindungspfade für eine bestimmte Zeitspanne erhöht und nach Ablauf der bestimmten Zeitspanne wieder zurückgesetzt wird.

10. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
20 **dadurch gekennzeichnet,**  
daß die Schritte a) - c) automatisch von einer Steuereinheit (4) in einer Vermittlungseinrichtung (1), welche einen Netzknoten ( $K_1 - K_{10}$ ) des Kommunikationsnetzes bildet, durchgeführt werden.

25  
11. Vermittlungseinrichtung (1) zur Durchführung des Verfahrens zum Ermitteln eines Verbindungspfeiles in einem Kommunikationsnetz,  
mit mehreren Anschlußeinheiten (2), die jeweils mit mindestens  
30 einem Endgerät ( $EG_{11} - EG_{43}$ ) oder mindestens einer weiteren Vermittlungseinrichtung verbunden sind,  
mit einem ersten Speicher (7) zum Speichern von das Kommunikationsnetz beschreibenden Netzdaten,  
mit einem zweiten Speicher (5) zum Speichern von Verbindungspfeilen, welche die Vermittlungseinrichtung (1) mit bestimmten  
35



Ziel-Vermittlungseinrichtungen des Kommunikationsnetzes verbinden, und

mit einer Steuereinheit (4), die bei Empfang einer Verbindungsanfrage über eine der Anschlußeinheiten (2) für

5 eine Verbindung mit einer gewünschten Ziel-

Vermittlungseinrichtung des Kommunikationsnetzes die den zweiten Speicher (5) nach einem geeigneten Verbindungspfad zu der gewünschten Ziel-Vermittlungseinrichtung durchsuchen und, falls sie keinen geeigneten Verbindungspfad in dem zweiten

10 Speicher (5) finden, anhand der im ersten Speicher (7) gespeicherten Netzdaten einen geeigneten Verbindungspfad zu der gewünschten Ziel-Vermittlungseinrichtung ermitteln und im zweiten Speicher (5) abspeichern,

wobei die Steuereinheit (4) nach Feststellen eines im zweiten Speicher (5) gespeicherten geeigneten Verbindungspfads oder Ermitteln eines geeigneten Verbindungspfads anhand der im ersten Speicher (7) gespeicherten Netzdaten über eine entsprechende Anschlußeinheit (2) dem geeigneten

Verbindungspfad entsprechenden Pfadinformationen an weitere Vermittlungseinrichtungen, welche Bestandteil des geeigneten Verbindungspfades zu der gewünschten Ziel-Vermittlungseinrichtung sind, übermitteln, um den Verbindungspfad zu der gewünschten Ziel-Vermittlungseinrichtung aufzubauen.

25 12. Vermittlungseinrichtung nach Anspruch 11,  
**gekennzeichnet durch**

einem dritten Speicher (6), in dem mehrere Standard-Verbindungspfade zu bestimmten Ziel-Vermittlungseinrichtungen des Kommunikationsnetzes fest gespeichert sind,

30 wobei die Steuereinheit (4) infolge einer Verbindungsanfrage für eine Verbindung zu einer gewünschten Ziel-Vermittlungseinrichtung die den dritten Speicher (6) zusammen mit dem zweiten Speicher (5) nach einem geeigneten Verbindungspfad zu der gewünschten Ziel-Vermittlungseinrichtung durchsuchen.

35

13. Vermittlungseinrichtung nach Anspruch 11 oder 12,

11.10.99

GR 98 P 1063

22

**dadurch gekennzeichnet,**

daß die Steuereinheit (4) die Anzahl der im zweiten Speicher (5) gespeicherten Verbindungspfade bezüglich einer bestimmten maximalen Anzahl (n) überwacht.

5

14. Vermittlungseinrichtung nach Anspruch 13,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß die Steuereinheit (4) nach Ermittlung eines neuen geeigneten Verbindungspfade anhand der im ersten Speicher (7)

10 gespeicherten Netzdaten den am längsten im zweiten Speicher (5) zuvor abgespeicherten Verbindungspfad löscht, falls die Steuereinheiten (4) feststellen, daß bereits eine der maximalen Anzahl (n) entsprechende Anzahl von Verbindungs-

15 pfaden im zweiten Speicher (5) abgespeichert worden ist.

15

15. Vermittlungseinrichtung nach Anspruch 13,

**gekennzeichnet durch**

Zählmittel zum Zählen der Häufigkeit der Verwendung jedes im zweiten Speicher (5) gespeicherten Verbindungspfade für einen

20 Verbindungsaufbau zu einer jeweils gewünschten Ziel-

Vermittlungseinrichtung des Kommunikationsnetzes,

wobei die Steuereinheit (4) nach Ermittlung eines neuen geeigneten Verbindungspfade anhand der im ersten Speicher (7)

25 gespeicherten Netzdaten den am wenigsten häufig verwendeten

und im zweiten Speicher (5) zuvor abgespeicherten

Verbindungspfad löscht, falls die Steuereinheit (4)

feststellt, daß bereits eine der maximalen Anzahl (n)

entsprechende Anzahl von Verbindungspfaden im zweiten Speicher (5) zuvor abgespeichert worden ist.

30

16. Vermittlungseinrichtung nach einem der Ansprüche 13 - 15,

**gekennzeichnet durch**

Zählmittel (8) zum Zählen der Überlauffälle des zweiten Speichers (5), bei denen nach Ermittlung eines neuen

35 Verbindungspfade anhand der im ersten Speicher (7)

gespeicherten Netzdaten dieser im zweiten Speicher (5)

M 21.12.99

abgespeichert werden soll, obwohl bereits zuvor eine der maximalen Anzahl (n) entsprechende Anzahl von Verbindungspfaden im zweiten Speicher (5) abgespeichert worden ist, wobei die Steuereinheit (4) die maximale Anzahl (n) der im  
5 zweiten Speicher (5) abgespeicherten Verbindungspfade abhängig von der erfaßten Anzahl der Überlauffälle einstellt.

17. Vermittlungseinrichtung nach einem der Ansprüche 13 - 16, **dadurch gekennzeichnet,**

- 10 daß die Steuereinheit (4) nach Ermittlung eines neuen Verbindungspfade anhand der im ersten Speicher (7) gespeicherten Netzdaten und vor Abspeicherung des ermittelten Verbindungspfade im zweiten Speicher (5) die maximale Anzahl (n) der im zweiten Speicher (5) abspeicherbaren  
15 Verbindungspfade vorübergehend erhöht, falls die Steuereinheit (4) feststellt, daß bereits eine der maximalen Anzahl (n) entsprechende Anzahl von Verbindungspfaden im zweiten Speicher (5) zuvor abgespeichert worden ist.